

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 16 242.9

**Anmeldetag:** 9. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** Firma Carl Zeiss, 89518 Heidenheim/DE

**Bezeichnung:** Umlenksystem für eine Beobachtungseinrichtung  
sowie Beobachtungseinrichtung

**IPC:** G 02 B 21/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Zitzenzier

## 5 Beschreibung

### Umlenkssystem für eine Beobachtungseinrichtung sowie Beobachtungseinrichtung

10

Die vorliegende Erfindung betrifft zunächst ein Umlenkssystem für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop, mit wenigstens einer Objektiv-  
einrichtung und wenigstens einer Optikeinrichtung zum Durchleiten  
15 wenigstens eines Strahlengangs von einem Eintrittsbereich zu einem Austrittsbereich des Umlenksystems, wobei die Optikeinrichtung zur Umlenkung und zur Bildumkehr des Strahlengangs sowie zu dessen Weiterleitung in wenigstens eine Okulareinrichtung wenigstens ein Optikelement in Form eines Prismas aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Beobachtungseinrichtung, bei der es sich  
20 beispielsweise um ein Mikroskop, ein Fernrohr oder dergleichen handeln kann.

Mikroskope können in unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt werden. Ein Bereich für den Einsatz von Mikroskopen stellt beispielsweise die Medizin dar. Hier werden Mikroskope beispielsweise als Operationsmikroskope und dergleichen eingesetzt.  
25 Derartige Mikroskope stellen in der Regel ein wichtiges Hilfsmittel dar, wenn es um den gezielten und exakten Eingriff bei einer Operation geht. Mikroskope sollen, insbesondere wenn sie als Operationsmikroskope eingesetzt werden, ein aufrechtes, seitenrichtiges, vergrößertes Bild liefern. Vorzugsweise sind derartige Mikroskope als Stereomikroskope für zwei voneinander unabhängig parallel zueinander verlaufende  
30 Strahlengänge ausgebildet, wodurch dem Beobachter ein stereoskopisches Bild vermittelt wird. Wenn ein Mikroskop beispielsweise als Operationsmikroskop eingesetzt wird, kann dem Operateur auf diese Weise die Tiefenlokalisation bei der Führung des chirurgischen Instruments erleichtert werden. Zur Gewährleistung eines ermüdungsfreien Arbeitens darf das Bild weiterhin keine Abbildungsfehler aufweisen.  
35 Um diese Forderungen zu erfüllen, bedarf es eines ausgeklügelten optischen Systems mit qualitativ hochwertigen Linsen und Prismen.

- 5 Ein Mikroskop besteht grundsätzlich aus einer Reihe von unterschiedlichen Bauteilen, wobei ein Bauteil der sogenannte Tubus ist. Der Tubus weist üblicherweise wenigstens ein Objektivelement auf, dass in seinem Brennpunkt ein Bild erzeugt. Dieses erzeugte Bild wird anschließend über weitere Optikelemente umgelenkt und zu einer Okulareinrichtung weitergeleitet. Darüber hinaus kann auch
- 10 vorgesehen sein, dass das erzeugte Bild im Tubus umgekehrt wird. Mit Hilfe einer nachfolgenden Okulareinrichtung kann das Bild dann anschließend - vorzugsweise nachvergrößert - betrachtet werden. Weiterhin kann die Okulareinrichtung dazu ausgestaltet sein, eventuelle Fehlsichtigkeiten bei den Nutzern der Beobachtungseinrichtung auszugleichen. Die Okulareinrichtung kann entweder
- 15 Bestandteil des Schwenktubus sein, oder aber als ein vom Schwenktubus unabhängiges Bauelement vorliegen.

Aus der CH-PS-560908 ist ein Binokulartubus für ein Mikroskop oder Fernrohr bekannt. Mittels eines solchen Binokulartubus kann ein stereoskopisches

20 (räumliches) Bild erzeugt werden, wobei für jedes Auge separat ein Strahlengang verwendet wird (Binokularität). Dieser bekannte Binokulartubus wird in ein Beobachtungsgerät eingesetzt und erzeugt von einem zu beobachtenden Objekt zwei Strahlengänge. Jeder Strahlengang durchläuft zunächst ein  $90^\circ$ -Prisma und wird in diesem um  $90^\circ$  abgelenkt. Anschließend durchläuft jeder Strahlengang eine

25 Objektivereinrichtung. Die Objektivereinrichtung erzeugt reelle Bilder, die mit einer Okulareinrichtung beobachtet werden können. Zwischen der Objektivereinrichtung und der Okulareinrichtung sind in jedem Strahlengang Optikelemente einer Optikeinrichtung vorgesehen, die zum einen als Ablenkmittel dienen. Durch die Ablenkmittel wird der eintretende Strahl zum austretenden Strahl abgelenkt. Bei den

30 Optikelementen handelt es sich beispielsweise um Spiegel oder Prismensysteme. Beispielsweise kann pro Strahlengang jeweils ein Pentagonprisma mit Dachkante und ein Halbwürfelpisma vorgesehen sein. In der Okulareinrichtung ist ein weiteres Prisma vorgesehen, welches den austretenden Lichtstrahl noch einmal um  $90^\circ$  umlenkt.

35

Neben den optischen Aufgaben, der Vergrößerung, dem Umlenken des Strahlengangs und dem möglichen Ausgleich der Fehlsichtigkeit eines Beobachters

5 wird von einem Tubus in der Regel noch ein variables Umlenken des Strahlengangs  
in unterschiedliche Einblicklagen verlangt. Dadurch wird es einem Nutzer möglich,  
ein mit einem entsprechenden Tubus - bei dem es sich in einem solchen Fall um  
einen Schwenktubus handelt - ausgestattete Beobachtungseinrichtung,  
beispielsweise ein Mikroskop in eine für ihn günstige Position zu schwenken um  
10 gleichzeitig mit dem Tubus einen günstigen Einblickwinkel zu behalten. Bei einem  
Schwenktubus spricht man von  $0^\circ$  Einblickwinkel, wenn der aus dem Tubus  
austretende Strahl parallel zum eintretenden Strahl ist. Je nach Tubusart lässt sich  
der Einblickwinkel um einen bestimmten Winkel in positiver und negativer Richtung  
einstellen. Der positive Schwenkwinkel entspricht dabei der Richtung auf den Nutzer  
15 zu, der negative von diesem weg.

Wie in vielen Bereichen gewinnt auch im Zusammenhang mit solchen  
Beobachtungseinrichtungen die Miniaturisierung zunehmend an Bedeutung. Vor  
allem durch die immer größer werdende Komplexität der Geräte, zum Beispiel durch  
20 geforderte Zusatzfunktionen, durch ständig steigende Sicherheitsansprüche und  
dergleichen, ist das Bedürfnis nach immer kleiner werdenden Funktionseinheiten  
sehr stark angewachsen.

Ausgehend vom genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung  
25 daher die Aufgabe zugrunde, ein Umlenkensystem für eine Beobachtungseinrichtung  
der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass dieses zum einen  
kostengünstig und auf konstruktiv einfache Weise hergestellt werden kann, wobei  
das Umlenkensystem gleichzeitig eine möglichst geringe mechanische Baulänge  
aufweisen soll. Weiterhin soll eine entsprechend verbesserte  
30 Beobachtungseinrichtung bereitgestellt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch das Umlenkensystem mit den  
Merkmalen gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1, das Umlenkensystem mit  
den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentanspruch 14, das Umlenkensystem  
35 mit den Merkmalen gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 26 sowie die  
Beobachtungseinrichtung mit den Merkmalen gemäß dem unabhängigen  
Patentanspruch 45. Weitere Vorteile, Merkmale, Details, Aspekte und Effekte der

- 5 Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie den Zeichnungen. Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit einem der unterschiedlichen Erfindungsaspekte im Zusammenhang mit dem Schwenktubus beschrieben werden, gelten dabei selbstverständlich immer auch im Zusammenhang mit den jeweils anderen Erfindungsaspekten bezüglich des Schwenktubus. Ebenso  
10 gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Schwenktubus beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Beobachtungseinrichtung und jeweils umgekehrt.

15 Der zentrale Grundgedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein bewegliches Umlenkssystem bereitzustellen. Dabei ist die Erfindung jedoch nicht auf bestimmte Ausgestaltungsformen und Einsatzgebiete für das Umlenkssystem beschränkt. Beispielsweise, jedoch nicht ausschließlich, kann das Umlenkssystem als Tubus, insbesondere als Schwenktubus, als bewegliches Fernrohr oder dergleichen ausgebildet sein beziehungsweise verwendet werden.

20

Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Umlenkssystem für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop, bereitgestellt mit wenigstens einer Objektivereinrichtung und wenigstens einer Optikeinrichtung zum Durchleiten wenigstens eines Strahlengangs von einem Eintrittsbereich zu einem  
25 Austrittsbereich des Umlenksystems, wobei die Optikeinrichtung zur Umlenkung und zur Bildumkehr des Strahlengangs sowie zu dessen Weiterleitung in wenigstens eine Okulareinrichtung wenigstens ein Optikelement in Form eines Prismas aufweist. Das Umlenkssystem ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildumkehr im Strahlengang ein Optikelement in Form eines 180°-Prismas vorgesehen ist und  
30 dass das 180°-Prisma quer zur gestreckten Lage des Umlenksystems angeordnet ist.

Diese Ausgestaltung des Umlenksystems ermöglicht es, durch geeignetes Umlenken des bzw. der optischen Strahlengangs/Strahlengänge eine kurze mechanische  
35 Baulänge des Umlenksystems erreichen zu können, wobei gleichzeitig die Forderung, das Umlenkssystem schwenken zu können, bestehen bleibt. Weiterhin kann das Umlenkssystem auf besonders kostengünstige Weise hergestellt werden, da

- 5 der Einsatz besonders teurer Optikelemente, beispielsweise besondere Prismen entfallen kann. Insbesondere kann ein solches Umlenkssystem vorteilhaft als 180°-Umlenkssystem ausgestaltet sein.

10 Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Umlenksystems wird erreicht, dass bei einem Schwenken in eine gewünschte Position keine Drehung des Bildes auftritt. Vielmehr bleibt dieses während der gesamten Bewegung aufrecht bestehen. Weiterhin kann mit dem erfindungsgemäßen Umlenkssystem auch eine Bilddrehung um den jeweils durchgeführten Schwenkgrad erzeugt werden.

15 Durch das erfindungsgemäße Umlenkssystem wird der Strahlengang in besonderer Weise umgelenkt, wodurch eine kürzere mechanische Baulänge des gesamten Umlenksystems möglich wird. Dies geschieht mit Hilfe speziell ausgebildeter Reflexionsprismen, wie im weiteren Verlauf der Beschreibung noch näher erläutert wird, sowie durch eine besondere Anordnung der in der Optikeinrichtung  
20 vorhandenen Optikelemente. Durch die besondere Anordnung bzw. Ausgestaltung zumindest einzelner Optikelemente wird der Strahlengang in die Breite des Umlenksystems verlegt, wodurch dessen mechanisches Ende, das heißt dessen Austrittsbereich, näher an die Beobachtungseinrichtung wandert. Neben der kurzen Baulänge ist durch das erfindungsgemäße Umlenkssystem ein kostengünstiger und  
25 einfacher Aufbau der einzelnen Optikelemente bei gleichzeitig guter optischer Qualität möglich.

Ein Grundgedanke beim erfindungsgemäßen Umlenkssystem besteht darin, dass bisher zur Bildumkehr separat notwendige Optikelemente, beispielsweise besondere  
30 Prismen, wegfallen können, da durch eine geeignete Anordnung der übrigen Optikelemente eine solche Bildumkehr bereits erreicht werden kann. Die Bildumkehr wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass das - bisher längs angeordnete - 180°-Prisma nunmehr quer zur gestreckten Lage des Umlenksystems angeordnet wird. Die gestreckte Lage entspricht dabei der Ausdehnung des Umlenksystems von  
35 dessen Eintrittsbereich hin zu dessen Austrittsbereich. Beim Eintrittsbereich des Umlenksystems handelt es sich um denjenigen Bereich, der sich an die Beobachtungseinrichtung anschließt. Im Eintrittsbereich ist das Umlenkssystem

5      beispielsweise über eine geeignete Schnittstelle mit der Beobachtungseinrichtung verbunden. Beim Austrittsbereich des Umlenksystems handelt es sich um denjenigen Bereich, in dem der Strahlengang das Umlenkssystem verlässt und beispielsweise in eine nachfolgende Okulareinrichtung eintritt.

10     Vorteilhaft können die im Umlenksystem eingesetzten Optikelemente in Form von Prismen ausgebildet sein. Dies gilt sowohl für den hier beschriebenen Erfindungsaspekt, als auch für die weiter unten erläuterten Erfindungsaspekte.


15     Reflexionsprismen können besonders vorteilhaft für die Umlenkung eines optischen Strahlengangs verwendet werden, da diese mit Hilfe der Totalreflexion im Gegensatz zu Spiegelflächen keine Reflexionsverluste aufweisen. Durch ihre Bauform lassen sich Reflexionsprismen besonders leicht an einer Aufnahme anbringen und anschließend gut justieren, was bei Spiegelflächen einen größeren Aufwand erfordern würde.


20     Vorteilhaft kann im Strahlengang, vom Eintrittsbereich des Umlenksystems aus gesehen, vor und/oder nach dem 180°-Prisma jeweils wenigstens ein Umlenkprisma vorgesehen sein. Diese Umlenkprismen haben die Aufgabe, den den Schwenktubus durchlaufenden Strahlengang in der jeweils vorgesehenen Art und Weise  
25     umzulenken. Dabei ist die Erfindung jedoch nicht auf bestimmte Typen von Umlenkprismen beschränkt. Beispielsweise, jedoch nicht ausschließlich, kann das  
30     wenigstens eine Umlenkprisma als 90°-Prisma ausgebildet sein. Bei einem 90°-Prisma handelt es sich um einen Prismentyp, der einen Strahlengang um 90° zu einer Seite ablenkt und das Eingangsbild an einer Achse spiegelt. Ebenso ist es möglich, daß das Umlenkprisma als 90°-Spiegel ausgebildet ist.

Vorteilhaft können zwei senkrecht zur Richtung des in das Umlenksystem in dessen Eintrittsbereich eintretenden Strahls verlaufende Drehachsen vorgesehen sein, um die das 180°-Prisma und die Umlenkprismen zueinander bewegt werden. Auf diese  
35     Weise kann sichergestellt werden, dass mit dem Umlenksystem auch ein Schwenken im gewünschten Maß möglich ist, ohne dass eine Drehbewegung des Bildes auftritt. Beispielsweise ist es durch die vorbeschriebene Ausgestaltung des Umlenksystems

5 möglich, dieses in Form eines 180°-Umlenksystems auszugestalten, sodass durch die genannte Anordnung ein Schwenken um die in einem solchen Fall gewünschten plus minus 90° möglich ist. Das Schwenken erfolgt um die beiden Drehachsen, die dazu vorzugsweise miteinander in entsprechender Weise gekoppelt sind.

10 Das in der ersten Achse quer angeordnete 180°-Prisma lässt sich beispielsweise aus seiner waagerechten Position um jeweils 45° nach oben bzw. nach unten auslenken. Relativ dazu bewegen sich in der zweiten Drehachse ein Umlenkprisma gleichzeitig auch um jeweils 45°. Zusammen ergibt sich dann der geforderte Winkel von plus minus 90°.

15  Vorteilhaft kann das Umlenkssystem zum Durchleiten von zwei Strahlengängen ausgebildet sein, wobei in jedem Strahlengang wenigstens eine Objektiveinrichtung und wenigstens eine Optikeinrichtung vorgesehen ist. Auf diese Weise lässt sich mit Hilfe des Umlenksystems ein stereoskopisches (räumliches) Bild erzeugen, wobei für  
20 jedes Auge des Nutzers separat ein Strahlengang erzeugt und verwendet wird (Binokularität).

Vorteilhaft ist weiterhin vorgesehen, dass eine Einrichtung zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge voneinander im Austrittsbereich des  
25 Umlenksystems vorgesehen ist. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um eine Einrichtung zur Einstellung der Pupillendistanz (Pupillendistanz = Abstand der beiden  
 Augen; PD), des Nutzers eines solchen Umlenksystems.

Die Einstellung kann beispielsweise über einen zentralen Einstellknopf erfolgen.

30 Die Erfindung ist nicht auf bestimmte Ausgestaltungsvarianten der Einrichtung zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge voneinander beschränkt. Beispielsweise, jedoch nicht ausschließlich, kann die Vorrichtung zum Einstellen des Abstands als Linsensystem ausgebildet sein, wobei vorteilhaft in jedem Strahlengang  
35 ein Linsensystem vorgesehen ist. Es sind jedoch auch Anwendungsfälle denkbar, bei denen nur in einem einzigen Strahlengang ein solches Linsensystem vorgesehen ist. Ein derartiges Linsensystem erzeugt einen Strahlengang ins Unendliche. Somit ist es



5 durch den Einsatz eines Linsensystems möglich, eine Linearverschiebung zu tätigen, ohne dass es zu einer Verschiebung der Bildlage kommt. Um einen gewünschten Abstand einzustellen, muss bei den beiden Strahlengängen die nach dem Linsensystem kommende Optik synchron nach außen bzw. nach innen bewegt werden.

10

Vorzugsweise ist das Linsensystem in wenigstens einer Drehachse vorgesehen, um die das 180°-Prisma und die Umlenkprismen zueinander bewegt werden.

15

In anderer Ausgestaltung kann die Vorrichtung zum Einstellen des Abstands in solch einer Weise ausgebildet sein, dass im Strahlengang vor dem Austrittsbereich des Umlenksystems wenigstens ein um eine Drehachse drehbares Rhombusprisma vorgesehen ist. Ein Rhombusprisma zeichnet sich grundsätzlich dadurch aus, dass es keine Bilddrehung erzeugt, sondern dass ein Bildversatz erzeugt wird, der über die Größe des Prismas festgelegt wird. Ein Rhombusprisma hat weiterhin den Vorteil, dass es besonders unempfindlich bei der Justage ist und dass seine Herstellung mit besonders geringen Fertigungskosten verbunden ist.

20

Im Unterschied zum Einsatz eines Linsensystems wird bei Verwendung eines Rhombusprismas die lineare Bewegung durch eine rotatorische Bewegung ersetzt, wodurch sich weitere aufwendige Konstruktionselemente für diese Bewegung einsparen lassen. Der Einsatz eines Rhombusprismas hat den Vorteil, dass dieses Optikelement keine Drehung des Bildes erzeugt, da dies ja schon durch das vorgelegene 180°-Prisma erreicht wird.

25

Das Rhombusprisma wird im Strahlengang vorzugsweise an das letzte Optikelement der Optikeinrichtung angesetzt und erzeugt einen Bildversatz. So ist es möglich, durch eine Drehbewegung des Rhombusprismas den gewünschten Abstand einzustellen.

30

Natürlich sind auch andere Ausgestaltungsformen für die Vorrichtung zum Einstellen des Abstands denkbar, etwa solche, die im Zusammenhang mit den anderen

35

- 5 Erfindungsaspekten weiter unten beschrieben werden, sodass auch diesbezüglich auf die entsprechenden Ausführungen verwiesen und hiermit Bezug genommen wird.

Vorteilhaft kann die Objektivereinrichtung wenigstens ein positives und wenigstens ein negatives Objektivelement aufweisen. In diesem Fall bestehen die Objektivelemente  
10 beispielsweise aus entsprechend ausgestalteten Linsen bzw. Linsensystemen. Vorteilhaft kann das positive Objektivelement im Eintrittsbereich des Strahlengangs in das Umlenkssystem vorgesehen sein.

Das negative Objektivelement kann im Strahlengang an unterschiedlichen Orten  
15 vorgesehen sein. So ist es beispielsweise denkbar, dass das negative Objektivelement im Strahlengang, vom Eintrittsbereich des Umlenksystems aus gesehen, nach dem 180°-Prisma vorgesehen ist.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das negative Objektivelement im  
20 Strahlengang zwischen dem 180°-Prisma und dem nachfolgenden Umlenkprisma vorgesehen ist. In anderer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das negative Objektivelement im Strahlengang zwischen dem den 180°-Prisma nachfolgenden Umlenkprisma und dem Rhombusprisma vorgesehen ist. Vorzugsweise kann das negative Objektivelement in der Drehachse des Rhombusprismas liegen. Dadurch  
25 wird erreicht, dass das negative Objektivelement näher am im Umlenkssystem erzeugten Zwischenbild liegt.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Umlenkssystem für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop bereitgestellt, mit  
30 wenigstens einer Objektivereinrichtung und wenigstens einer Optikeinrichtung zum Durchleiten wenigstens eines Strahlengangs von einem Eintrittsbereich zu einem Austrittsbereich des Umlenksystems, wobei die Optikeinrichtung zur Umlenkung und zur Bildumkehr des Strahlengangs sowie zu dessen Weiterleitung in wenigstens eine Okulareinrichtung wenigstens ein Optikelement in Form eines Prismas aufweist.  
35 Dieses Umlenkssystem ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Optikelement in Form eines 180°-Prismas vorgesehen ist, welches der Strahl nach Eintritt in das Umlenkssystem durchläuft und durch welches der Strahl

- 5 in Richtung des Eintrittsbereichs zurückgeführt wird und das wenigstens ein Prisma zur Bildumkehr vorgesehen ist.

Auch durch diese erfindungsgemäße Ausgestaltung des Umlenksystems wird es möglich, durch geeignetes Umlenken des optischen Strahlengangs eine besonders  
10 kurze mechanische Baulänge des Umlenksystems, bei bleibender Forderung das Umlenkssystem im gewünschten Maße zu schwenken, zu realisieren. Insbesondere wird es durch das erfindungsgemäße Umlenkssystem möglich, dieses um  $180^\circ$  zu schwenken. Durch die Ausgestaltung des Umlenksystems ist wiederum sichergestellt, dass beim Schwenken in die gewünschte Position keine Drehung des  
15 Bildes auftritt, sondern das dieses während der gesamten Bewegung aufrecht bestehen bleibt.

Auch durch das Umlenkssystem gemäß dem zweiten Erfindungsaspekt wird eine Lösung bereitgestellt, deren Prinzip auf einer alternativen Umlenkung des  
20 Strahlengangs beruht, um damit eine kürzere mechanische Baulänge des Umlenksystems zu ermöglichen. Dies wird durch eine besondere Anordnung der im Umlenkssystem eingesetzten Optikelemente erreicht, wodurch der Strahlengang in solch einer Weise umgelenkt wird, dass das mechanische Ende des Umlenksystems näher an dessen Eintrittsbereich, der im Bereich der Beobachtungseinrichtung liegt,  
25 wandert. Neben der Realisierung einer kurzen Baulänge kann das Umlenkssystem bei gleichbleibender guter optischer Qualität kostengünstig und konstruktiv einfach hergestellt werden.

Zur Bildumkehr ist ein besonderes Prisma vorgesehen, das im weiteren Verlauf der  
30 Beschreibung noch näher erläutert wird. Die Optikeinrichtung des Umlenksystems ist allerdings derart ausgestaltet, dass der optische Strahlengang nach Eintritt in das Umlenkssystem zunächst ein Optikelement in Form eines  $180^\circ$ -Prismas durchläuft, wodurch der Strahlengang nach unten, das heisst in Richtung des Eintrittsbereichs des Umlenksystems zurückgeführt wird, wodurch eine Verkürzung der mechanischen  
35 Baulänge des gesamten Umlenksystems erhalten wird. Erst nach dem Durchlaufen dieses  $180^\circ$ -Prismas durchläuft der Strahlengang möglicherweise weitere

- 5 Umlenkelemente, bevor anschließend eine Bildumkehr durch ein entsprechendes Prisma stattfindet.

Vorzugsweise kann das wenigstens eine Prisma zur Bildumkehr im Strahlengang, vom Eintrittsbereich des Umlenksystems aus gesehen, dem 180°-Prisma  
10 nachgeordnet sein.

Die Erfindung ist nicht auf bestimmte Ausgestaltungsformen für das Prisma zur Bildumkehr beschränkt. Beispielsweise, jedoch nicht ausschließlich kann das wenigstens eine Prisma zur Bildumkehr als Poro Prisma zweiter Art ausgebildet sein.  
15 Ein solches Prisma wird insbesondere zur Bilddrehung um 180° verwendet, bei zusätzlichem Strahlengangversatz. Ein derartiges Prisma ist vorzugsweise als Kittglied ausgeführt.

Vorzugsweise können im Strahlengang zwei Prismen zur Bildumkehr vorgesehen  
20 sein.

In weiterer Ausgestaltung kann im Strahlengang zwischen dem 180°-Prisma und dem wenigstens einem Prisma zur Bildumkehr wenigstens ein Umlenkprisma vorgesehen sein. Ebenso ist es natürlich auch denkbar, dass im Strahlengang zwei  
25 oder mehr Umlenkprismen vorgesehen sind. Dabei ist die Erfindung nicht auf bestimmte Ausgestaltungsformen für das Umlenkprisma beschränkt. Beispielsweise, jedoch nicht ausschließlich, kann es sich bei dem Umlenkprisma um ein wie weiter oben bereits beschriebenes 90°-Prisma oder einen 90°-Spiegel handeln.

30 Zur Vermeidung von Bilddrehungen können vorzugsweise zwei oder mehr Prismen gleichzeitig um Drehachsen beweglich angeordnet sein. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn bei einer Bewegung des Umlenksystems hin in dessen Endlagen - bei einem 180°-Umlenkssystem - beispielsweise in die Endlagen von plus minus 90° - keine Bilddrehung zu erhalten.

35

- 5 Insbesondere dann, wenn als Prisma zur Bildumkehr ein Porro Prisma zweiter Art verwendet wird, muss die restliche Optik bei der Bewegung das Eingangsbild ohne Drehung weitergeben, dass heisst es darf keine Bilddrehung hervorgerufen werden.

- 10 Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass zwei Drehachsen durch das  $180^\circ$ -Prisma verlaufen, wobei vorzugsweise eine Drehachse im optischen Eintrittsstrahl und wobei eine Drehachse im optischen Austrittsstrahl des  $180^\circ$ -Prismas vorgesehen ist. Die Achsen sind vorzugsweise zueinander parallel und haben einen Abstand abhängig von der Länge des  $180^\circ$ -Prismas. Wenn das Umlenkssystem als  $180^\circ$ -Umlenkssystem ausgestaltet ist, ermöglicht es die erste Drehachse beispielsweise, dass das Prisma  
15 um plus minus  $45^\circ$  bewegt wird. Relativ dazu wird das an diesem Prisma in der zweiten Drehachse aufgehängte Umlenkprisma (beispielsweise ein  $90^\circ$ -Prisma) mit dem selben Winkel in entgegengesetzter Richtung bewegt, sodass der nach diesem Prisma verlaufende optische Strahl immer in die selbe Richtung weist.

- 20 Weiterhin kann vorgesehen sein, dass auch die beiden Umlenkprismen um eine Drehachse beweglich zueinander angeordnet sind. Diese Drehachse liegt vorzugsweise in dem nach dem  $180^\circ$ -Prisma verlaufenden optischen Strahl. Mit dieser Drehbewegung wird dann das Schwenken von plus minus  $90^\circ$  realisiert.

- 25 Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass die Drehgeschwindigkeit dieser dritten Achse genau doppelt so hoch ist, wie die der weiter oben beschriebenen ersten bzw.  
30 zweiten Achse. Wird z. B. das  $180^\circ$ -Prisma um  $45^\circ$  ausgelenkt, muss sich also ein weiteres Umlenkprisma in der dritten Achse um  $90^\circ$  drehen.

- 30 Vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass das Umlenkssystem zum Durchleiten von zwei Strahlengängen ausgebildet ist, wobei in jedem Strahlengang wenigstens eine Objectiveinrichtung und wenigstens eine Optikeinrichtung vorgesehen ist und wobei eine Einrichtung zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge voneinander im Austrittsbereich des Umlenksystems vorgesehen ist. Auf diese  
35 Weise wird zum einen wieder erreicht, dass mit dem Umlenkssystem wie oben bereits beschriebene stereoskopische Strahlengänge erzeugt werden können.

- 5 Dabei ist die Erfindung wiederum nicht auf bestimmte Ausgestaltungsformen für die Einrichtung zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge voneinander beschränkt. Wie weiter oben bereits erläutert wurde, handelt es sich bei dieser Einrichtung insbesondere um eine Einrichtung zum Einstellen der Pupillendistanz.
- 10 Beispielsweise kann zur Einstellung des Abstands der beiden Strahlengänge das wenigstens eine Prisma zur Bildumkehr pro Strahlengang um eine Drehachse drehbar angeordnet sein. Die Abstandseinstellung erfolgt in einem solchen Fall folglich über Rotationsbewegungen der Prismen zur Bildumkehr um eine entsprechende Drehachse. Natürlich sind auch andere Ausführungsformen für die
- 15 Einrichtung denkbar, wobei diesbezüglich insbesondere auf die weiteren Ausgestaltungsformen Bezug genommen und verwiesen wird, die im Zusammenhang mit den anderen Erfindungsaspekten bezüglich des Umlenksystems beschrieben sind.
- 20 Vorzugsweise kann die Objektivereinrichtung im Strahlengang vor dem 180°-Prisma vorgesehen sein.
- Weiterhin kann in einem Fall, in dem das Umlenkssystem in der wie vorstehend beschriebenen Weise ausgestaltet ist, vorgesehen sein, dass die sich an das
- 25 Umlenkssystem anschließende Okulareinrichtung über entsprechende Verbindungselemente verfügt, die die einzelnen Okularstutzen miteinander verbinden, sodass auch über diese Verbindung während einer Schwenkbewegung ein konstanter Abstand der beiden Strahlengänge beibehalten wird.
- 30 Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Umlenkssystem für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop, bereitgestellt, mit wenigstens einer Objektivereinrichtung und wenigstens einer Optikeinrichtung zum Durchleiten wenigstens eines Strahlengangs von einem Eintrittsbereich zu einem Austrittsbereich des Umlenksystems, wobei die Optikeinrichtung zur Umlenkung und
- 35 zur Bildumkehr des Strahlengangs sowie zu dessen Weiterleitung in wenigstens einer Okulareinrichtung wenigstens ein Optikelement in Form eines Prismas aufweist. Das Umlenkssystem ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die

- 5 zum Schwenken erforderlichen Optikelemente in einer Drehachse angeordnet sind und das wenigstens ein Prisma zur Bildumkehr vorgesehen ist.

Auch durch diese Ausgestaltungsform des Umlenksystems ist eine kurze mechanische Baulänge des Umlenksystems realisierbar, bei gleichbleibender  
10 Forderung, das Umlenksystem in der gewünschten Weise - beispielsweise um  $180^\circ$  - schwenken zu können.

Gleichzeitig wird sichergestellt, dass beim Schwenken in die gewünschte Position keine Drehung des Bildes auftritt, sondern dass dieses während der ganzen  
15 Bewegung aufrecht bleibt.

Ein Grundelement des erfindungsgemäßen Umlenksystems besteht darin, dass die für die Schwenkbewegung erforderlichen Optikelemente in einer Drehachse liegen und dass die beim Schwenken auftretende Drehung des Bildes durch ein zusätzlich  
20 im Strahlengang eingebautes Prisma zur Bildumkehr aufgehoben wird.

Vorteilhaft kann das wenigstens eine Prisma zur Bildumkehr dazu als Schmidt-Pechan-Prisma ausgebildet sein. Ein solches Prisma erzeugt ein gespiegeltes Bild. Beispielsweise kann mit einem derartigen Prisma erreicht werden, dass bei  
25 feststehendem Eingangsbild und Rotation dieses Prismas im Strahlengang das Ausgangsbild mit doppelter Geschwindigkeit gedreht wird. Ein Schmidt-Pechan-Prisma hat weiterhin den Vorteil, dass dieses auch in einem endlichen Strahlengang eingesetzt werden kann. Das Prisma besteht vorzugsweise aus zwei Prismen, die vorteilhafterweise in einer Fassung aufgekittet werden, da zwischen den beiden  
30 Prismen ein parallel verlaufender Luftspalt vorhanden sein muss. Ein eintretender und ein austretender Strahl haben bei einem solchen Prisma keinen Versatz zueinander.

Wenn das Umlenksystem als  $180^\circ$ -Umlenkssystem ausgebildet ist, ist es durch den  
35 Einsatz eines Schmidt-Pechan-Prismas möglich, das Schwenken um plus minus  $90^\circ$  über eine einzige Drehachse zu realisieren. Das eintretende Bild wird bei einer Rotationsbewegung des Prismas um die eigene Achse mit dem doppelten Winkel

- 5 weitergegeben. Somit ist es möglich, ein zum Beispiel unter  $90^\circ$  gedrehtes Bild durch eine  $45^\circ$  Drehung dieses Prismas zurück in eine  $0^\circ$  Lage zu bringen.

Vorzugsweise kann das wenigstens eine Prisma zur Bildumkehr im Strahlengang den zum Schwenken erforderlichen Optikelementen nachgeordnet sein.

10

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das Prisma zur Bildumkehr um eine eigene Drehachse drehbar angeordnet ist.

15

Vorzugsweise kann weiterhin vorgesehen sein, dass zum Schwenken wenigstens ein Umlenkprisma, insbesondere zwei Umlenkprismen, im Strahlengang vorgesehen ist/sind. Wiederum ist die Erfindung nicht auf bestimmte Typen von Umlenkprismen beschränkt. Beispielsweise kann wenigstens ein Umlenkprisma als - wie weiter oben bereits näher erläutertes -  $90^\circ$ -Prisma ausgebildet sein. In weiterer Ausgestaltung kann wenigstens ein Umlenkprisma als  $90^\circ$ -Dachkantenprisma ausgebildet sein. Ein derartiges  $90^\circ$ -Dachkantenprisma entspricht der Grundform des  $90^\circ$ -Prismas und besitzt zusätzlich an der Reflexionsfläche eine Dachkante ( $90^\circ$  Kante), die das Bild ein weiteres Mal spiegelt, sodass ein um  $180^\circ$  gedrehtes Bild entsteht.

20

Wenn derartige Umlenkprismen eingesetzt werden, findet beim Schwenken der  $90^\circ$ -Prismen in der Regel eine Bilddrehung von plus minus  $90^\circ$  statt. Diese Bilddrehung kann durch Drehen des Prismas zur Bildumkehr, beispielsweise des Schmidt-Pechan-Prismas um plus minus  $45^\circ$  in die geeignete Richtung wieder rückgängig gemacht werden. In einem solchen Fall bedarf es einer 2:1 Kopplung der plus minus  $90^\circ$  Schwenkachse und der Drehachse des Schmidt-Pechan-Prismas. Eine am  $90^\circ$ -Prisma angebrachte Dachkante macht die im Schmidt-Pechan-Prisma auftretende Spiegelung rückgängig.

25

30

Vorzugsweise können das wenigstens eine Prisma zur Bildumkehr und die zum Schwenken erforderlichen Optikelemente in ein und derselben Schwenkachse angeordnet sein. Dadurch kann Baulänge des Umlenksystems eingespart werden, in dem der Strahlengang in die Breite des Umlenksystems gelenkt wird.

35



5 In weiterer Ausgestaltung können pro Strahlengang zwei Umlenkprismen vorgesehen sein, wobei das wenigstens eine Prisma zur Bildumkehr im Strahlengang zwischen zwei Umlenkprismen vorgesehen ist.

Vorzugsweise können pro Strahlengang zwei Umlenkprismen vorgesehen sein,  
10 wobei ein Umlenkprisma als 90°-Prisma und ein Umlenkprisma als 90°-Dachkantenprisma ausgebildet ist, und wobei das 90°-Prisma im Strahlengang, vom Eintrittsbereich des Umlenksystems aus gesehen, vor dem 90°-Dachkantenprisma vorgesehen ist. In anderer Ausgestaltung können pro Strahlengang zwei Umlenkprismen vorgesehen sein, wobei wiederum ein Umlenkprisma als 90°-Prisma  
15 und ein Umlenkprisma als 90°-Dachkantenprisma ausgebildet ist, und wobei das 90°-Dachkantenprisma im Strahlengang, vom Eintrittsbereich des Schwenktubus aus gesehen, vor dem 90°-Prisma vorgesehen ist. Im letzt genannten Fall liegt die Drehachse näher am Eintrittsbereich des Umlenksystems.

20 Vorzugsweise kann das Umlenkssystem zum Durchleiten von zwei Strahlengängen ausgebildet sein, wobei in jedem Strahlengang wenigstens eine Objektiveinrichtung und wenigstens eine Optikeinrichtung vorgesehen ist, und wobei eine Einrichtung zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge voneinander im Austrittsbereich des Umlenksystems vorgesehen ist. Auf diese Weise können -  
25 ähnlich wie bei den weiter vorstehend beschriebenen Erfindungsaspekten auch - im Umlenkssystem stereoskopische Strahlengänge erzeugt werden. Auch in diesem Fall ist die Erfindung nicht auf eine bestimmte Einrichtung zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge voneinander beschränkt, sodass diesbezüglich neben den nachfolgend beschriebenen Beispielen insbesondere auch auf die entsprechenden  
30 Ausführungen im Zusammenhang mit den anderen Erfindungsaspekten Bezug genommen und hiermit verwiesen wird.

Beispielsweise kann die Einrichtung zum Einstellen des Abstands pro Strahlengang wenigstens ein Rhombusprisma aufweisen. Hierzu wird insbesondere auf die  
35 Ausführungen zum Umlenkssystem gemäß dem ersten Erfindungsaspekt verwiesen.

5 Die im Umlenkssystem vorgesehene Objektiveinrichtung kann im Strahlengang, vom Eintrittsbereich des Umlenksystems aus gesehen, beispielsweise vor oder nach dem ersten Umlenkprisma vorgesehen sein. In weiterer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Objektiveinrichtung wenigstens ein positives und wenigstens ein negatives Objektivelement aufweist, dass das positive Objektivelement im Strahlengang, vom Eintrittsbereich des Umlenksystems aus gesehen, vor oder nach dem ersten Umlenkprisma vorgesehen ist und dass das negative Objektivelement im Strahlengang, vom Eintrittsbereich des Umlenksystems aus gesehen, vor der Einrichtung zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge vorgesehen ist.

15 Das Umlenkssystem gemäß den vorstehend beschriebenen drei Erfindungsaspekten ist insbesondere zum Durchleiten von zwei Strahlengängen ausgebildet, wobei in jedem Strahlengang eine Objektiveinrichtung und wenigstens eine Optikeinrichtung, die die vorstehend beschriebenen Merkmale aufweisen, vorgesehen ist. Auf diese Weise ist das Umlenkssystem besonders vorteilhaft in der Lage, stereoskopische Strahlengänge zu erzeugen, sodass der Tubus insbesondere als Binokulartubus in einer stereoskopischen Beobachtungseinrichtung, beispielsweise in einem Stereomikroskop oder dergleichen, eingesetzt werden kann. In einem solchen Fall sind im Umlenkssystem vorzugsweise zwei identische Strahlengänge vorgesehen, in denen jeweils die identischen Optikelemente vorgesehen und in identischer Weise angeordnet sind.

Vorzugsweise kann die Okulareinrichtung Bestandteil des Umlenksystems sein. Natürlich ist es auch denkbar, dass die Okulareinrichtung als ein zum Umlenkssystem unabhängiges Bauteil ausgebildet ist. In einem solchen Fall muss das Umlenkssystem während des Betriebs in geeigneter Weise mit der Okulareinrichtung in Verbindung gebracht werden, beispielsweise optisch interagieren.

Besonders vorteilhaft ist das Umlenkssystem als 180°-Umlenkssystem ausgebildet. Natürlich sind auch andere Systemarten denkbar. So ist es beispielsweise auch möglich, dass das Umlenkssystem als 60°-, als 90°-, als 120°-Umlenkssystem oder dergleichen ausgebildet ist.

5     Vorteilhafterweise weist das Umlenkssystem auch eine Schnittstelle zur Befestigung  
an einer Beobachtungseinrichtung auf. Auf diese Weise ist es möglich, den Tubus  
auf eine Beobachtungseinrichtung aufzusetzen. Die Schnittstelle kann beispielsweise  
eine am Umlenkssystem angebrachte Ringschwalbe aufweisen. In einem solchen Fall  
kann ein entsprechendes Gegenstück vorgesehen sein, das fest am Gehäuse der  
10    Beobachtungseinrichtung sitzt. Der Begriff Ringschwalbe steht für eine  
Schwalbenschwanzverbindung, die auf einer Kreisbahn angeordnet ist. Das  
Umlenkssystem wird auf die Beobachtungseinrichtung aufgesetzt und anschließend  
über geeignete Befestigungsmittel, beispielsweise über eine dort sitzende  
Stellschraube, fest verbunden. Das Umlenkssystem kann weiterhin geeignete  
15    Sicherungsmittel, - beispielsweise eine entsprechende Kerbe - aufweisen, die das  
Umlenkssystem gegen ein Verdrehen sichert.

Ein wie vorstehend beschriebenes Umlenkssystem kann beispielsweise in einer  
Beobachtungseinrichtung, beispielsweise in einem Mikroskop, etwa einem  
20    Operationsmikroskop oder dergleichen eingesetzt werden. Natürlich ist es auch  
möglich, dass das Umlenkssystem in anderen Beobachtungseinrichtungen,  
beispielsweise in einem Fernrohr oder dergleichen zum Einsatz kommt.

Gemäß einem weiteren Aspekten der Erfindung wird eine Beobachtungseinrichtung,  
25    insbesondere ein Mikroskop oder ein Fernrohr bereitgestellt, mit einem Grundkörper  
und einem wie vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Umlenkssystem.

Nachfolgend wird exemplarisch ein als Operationsmikroskop ausgebildetes  
Mikroskop beschrieben, in dem ein entsprechendes Umlenkssystem in Form eines  
30    Schwenktubus verwirklicht ist. Ein Operationsmikroskop besteht grundsätzlich aus  
mehreren Bauelementen, dem Tubus, dem Grundkörper und möglicherweise noch  
einem Stativ. Zusätzlich ist es bei vielen Operationsmikroskopen möglich,  
unterschiedliche Zusatzmodule wie zum Beispiel einen Mitbeobachtertubus für einen  
assistierenden Beobachter, eine Videokamera zur Dokumentation oder dergleichen  
35    anzuschließen.

- 5 Innerhalb des Grundkörpers lassen sich wiederum mehrere Baugruppen zusammenfassen, wie z. B. eine Beleuchtungseinrichtung, eine Vergrößerungseinrichtung, das Hauptobjektiv oder dergleichen.

- 10 Die charakteristische Größe beim Hauptobjektiv ist seine Brennweite, die den Arbeitsabstand vom Operationsmikroskop zum Operationsfeld festlegt und die somit Einfluss auf die Gesamtvergrößerung des Mikroskops hat.

- 15 Nach dem Hauptobjektiv folgt üblicherweise die Vergrößerungseinrichtung. Hierbei kann es sich beispielsweise um einen Vergrößerungswechsler handeln, mit dem sich unterschiedliche Vergrößerungen einstellen lassen. In vielen Anwendungsfällen ist ein Vergrößerungswechsel in Stufen völlig ausreichend. Es ist jedoch auch möglich, als Vergrößerungseinrichtung auch pankratische Vergrößerungssysteme zu verwenden, mittels derer eine stufenlose Vergrößerung (Zoom-System) möglich ist.

- 20 Weiterhin verfügt ein solches Operationsmikroskop in der Regel über eine Okulareinrichtung, die entweder als Bestandteil des Schwenktubus, oder aber als eine zum Schwenktubus unabhängige Einrichtung ausgebildet sein kann. Die Aufgabe der Okulareinrichtung ist generell die Nachvergrößerung des im Tubus entstehenden Zwischenbildes, sowie wie möglicherweise der Ausgleich eventueller  
25 Fehlsichtigkeiten des Nutzers eines solchen Mikroskops.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

- 30 Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht eines Umlenksystems gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

- 35 Figur 2 eine schematische Ansicht einer besonderen Ausgestaltung des in Figur 1 dargestellten Umlenksystems;

Figur 3 diverse perspektivische Einstellungsansichten des Umlenksystems gemäß Figur 2;

- 5    Figur 4        eine perspektivische Ansicht eines Umlenksystems gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;
- Figur 5        eine schematische Darstellung des in Figur 4 dargestellten Umlenksystems;
- Figur 6        verschiedene perspektivische Einstellungsansichten des in den Figuren 4 und 5 dargestellten Umlenksystems;
- 10    Figur 7        eine perspektivische Darstellung einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Umlenksystems;
- Figur 8        eine schematische Darstellung des in Figur 7 dargestellten Umlenksystems;
- 15    Figur 9        in perspektivischer Darstellung verschiedene Einstellungsansichten des in den Figuren 7 und 8 dargestellten Umlenksystems;
- Figur 10       eine perspektivische Darstellung eines Umlenksystems gemäß der vorliegenden Erfindung, aus der der grundlegende Erfindungsgedanke eines beweglichen Umlenksystems ersichtlich ist;
- 20    Figur 11       eine weitere Ausgestaltungsform eines Umlenksystems gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Figur 12       eine andere Ausgestaltungsform eines Umlenksystems gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Figur 13       noch eine andere Ausgestaltungsform eines Umlenksystems gemäß der vorliegenden Erfindung; und
- 25    Figur 14       noch eine weitere Ausführungsform eines Umlenksystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

Bei den in den Figuren 1 bis 14 gezeigten Darstellungen handelt es sich jeweils um

30 ein als Schwenktubus ausgebildetes Umlenkssystem 10, das beispielsweise im Zusammenhang mit einem Operationsmikroskop eingesetzt werden kann. Bei dem Operationsmikroskop, das nicht explizit dargestellt ist, kann es sich um ein Stereomikroskop handeln, sodass der in den Figuren dargestellte Schwenktubus 10 in einem solchen Fall als Binokulartubus ausgestaltet ist. Das bedeutet, dass den

35 Schwenktubus jeweils zwei voneinander unabhängige Strahlengänge 14, 15 durchlaufen, wobei diese Strahlengänge 14, 15 jedoch als Stereostrahlengänge

5 verlaufen. Die Strahlengänge 14, 15 treten in einem Eintrittsbereich 12 in den Schwenktubus 10 ein, und verlassen diesen in einem Austrittsbereich 13.

Im Eintrittsbereich 12 ist der Schwenktubus 10 jeweils über eine geeignete Schnittstelle 11 mit dem Operationsmikroskop verbunden. Weiterhin ist der  
10 Schwenktubus 10 im Austrittsbereich 13 mit einer geeigneten Okulareinrichtung verbunden. Je nach Ausgestaltung des Schwenktubus 10 kann die Okulareinrichtung, die in den Ausführungsbeispielen nicht explizit dargestellt ist, entweder als Bestandteil des Schwenktubus, oder aber als zu diesem separates Bauteil vorgesehen sein.

15 In den Figuren 1 bis 9 ist zunächst ein Schwenktubus 10 dargestellt, der gemäß einem ersten Erfindungsaspekt ausgestaltet ist.

Der Schwenktubus 10 verfügt zunächst über eine Objektivereinrichtung 16, die jeweils  
20 in den Strahlengängen 14, 15 angeordnet ist. Die Objektivereinrichtung 16 verfügt wiederum über positive Objektiv Elemente 17, 18 sowie negative Objektiv Elemente 19, 20. Dabei ist im Strahlengang 14 ein positives Objektiv Element 17 sowie ein negatives Objektiv Element 19 vorgesehen, während im Strahlengang 15 ein positives Objektiv Element 18 sowie ein negatives Objektiv Element 20 vorgesehen ist. Die  
25 Objektiv Elemente können beispielsweise in Form entsprechend ausgebildeter Linsen bzw. Linsensysteme ausgebildet sein.

Weiterhin verfügt der Schwenktubus 10 gemäß den Figuren 1 bis 9 über eine Optikeinrichtung 30, die wiederum aus einzelnen Optikelementen besteht. Jeder  
30 Strahlengang 14, 15 verfügt zunächst über ein 180°-Prisma 31 bzw. 32, das als Prisma zur Bildumkehr ausgebildet ist. Weiterhin ist im Strahlengang 14 bzw. 15, vom Eintrittsbereich 12 aus gesehen vor dem 180°-Prisma 31 bzw. 32 jeweils ein Umlenkprisma 33 bzw. 34 vorgesehen, wobei die Umlenkprismen im vorliegenden Beispiel als 90°-Prismen ausgebildet sind. Weiterhin sind im Strahlengang nach den  
35 180°-Prismen 31 bzw. 32 Umlenkprismen 35 bzw. 36 vorgesehen, die ebenfalls als 90°-Prismen ausgebildet sind.

- 5 Grundgedanke bei dem in den Figuren 1 bis 9 dargestellten Schwenktubus ist es, bisher separat zur Bildumkehr erforderliche Prismen wegfällen zu lassen und durch geeignete Anordnung der restlichen Prismen dies schon vorab zu erreichen. Somit kann durch das Entfallen dieser Prismen Baulänge eingespart werden. Die Bildumkehr wird dadurch erreicht, dass das - in Schwenktuben bisher längs  
10 angeordnete -  $180^\circ$ -Prisma 31, 32 in jedem Strahlengang 14, 15 nunmehr quer zur gestreckten Lage L des Schwenktubus 10 angeordnet wird.

- Um jetzt aber auch sicherzustellen, dass durch diese Anordnung auch ein Schwenken um die gewünschten plus minus  $90^\circ$  möglich ist, ohne dass eine  
15 Drehbewegung des Bildes auftritt, ist vorgesehen, dass das Schwenken der einzelnen Prismen um zwei Drehachsen 37, 38 stattfindet, die miteinander gekoppelt sind (Figur 2).

- Das in der Drehachse 37 quer angeordnete  $180^\circ$ -Prisma 31 bzw. 32 lässt sich aus  
20 seiner waagerechten Position um jeweils  $45^\circ$  nach oben bzw. nach unten auslenken. Relativ dazu bewegt sich in der zweiten Achse 38 das  $90^\circ$ -Prisma 35 bzw. 36 gleichzeitig auch um jeweils  $45^\circ$ . Zusammen ergibt sich dann der geforderte Winkel von plus minus  $90^\circ$ .

- 25 Durch die Anordnung des  $180^\circ$ -Prismas 31 bzw. 32 quer zur gestreckten Lage L des Schwenktubus und das Entfallen besonderer Prismen zur Bildumkehr wird viel mechanische Baulänge eingespart.

- Um nun auch eine Einstellung des Abstands der Strahlengänge 14, 15 im  
30 Ausgangsbereich 13 des Schwenktubus 10 zu ermöglichen, was auch als Einstellung der Pupillendistanz bezeichnet wird, ist beim Schwenktubus gemäß den Figuren 2 bis 9 vorgesehen, dass hierzu eine besondere Einrichtung 39 eingesetzt wird. Die Figuren 2 bis 9 stellen insoweit eine spezielle Ausführungsform des in Figur 1 gezeigten Schwenktubus 10 dar. In Figur 1, die den grundlegenden Aufbau des  
35 Schwenktubus 10 widerspiegelt, ist eine solche Einrichtung 39 nicht vorgesehen.

5 Diese Einrichtung 39 ist gemäß den Figuren 1 und 2 als Linsensystem 40  
ausgebildet. Das Linsensystem 40 ist in der Drehachse 37 zwischen dem 90°-Prisma  
33 bzw. 34 und dem 180°-Prisma 31 bzw. 32 eingebaut und erzeugt im Drehbereich  
der ersten Drehachse 37 einen Strahlengang ins Unendliche. Somit ist es in diesem  
Bereich möglich, eine Linearverschiebung zu tätigen, ohne dass es zu einer  
10 Verschiebung der Bildlage kommt. Um jetzt den gewünschten Abstand zwischen den  
Strahlengängen 14 und 15 im Austrittsbereich 13 des Schwenktubus 10 einzustellen,  
muss bei den beiden Strahlengängen 14, 15 die nach dem Linsensystem 40  
kommende Optik synchron nach aussen bzw. innen bewegt werden. Die davon  
betroffenen Optikelemente sind in Figur 1 zu Darstellungszwecken von einem Kreis  
15 45 eingefasst.

Die in den Figuren 4 bis 6 bzw. 7 bis 9 dargestellten Ausführungsformen beruhen auf  
dem Optikprinzip des in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiels. Das  
Ziel dieser Ausgestaltungsvarianten ist es, die lineare Bewegung der Einrichtung 39  
20 zum Einstellen des Abstandes der Strahlengänge 14, 15 voneinander durch eine  
rotatorische Bewegung zu ersetzen, um somit aufwendige Konstruktionselemente für  
diese Bewegung einzusparen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die dafür  
eingesetzten Optikbauelemente keine Drehung des Bildes erzeugen dürfen, da dies  
ja schon durch die davor gelegenen Prismen, insbesondere durch die 180°-Prismen  
25 31 bzw. 32 erreicht wird.

Verwendet wird in den Strahlengängen 14 bzw. 15 der Ausführungsbeispiele gemäß  
den Figuren 4 bis 9 deshalb jeweils ein Rhombusprisma 41, 42, wobei die  
Rhombusprismen 41, 42 jeweils um Drehachsen 43, 44 drehbar angeordnet sind.  
30 Die Rhombusprismen 41, 42 sind in den Strahlengängen 14 bzw. 15 jeweils an das  
letzte 90°-Prisma 35 bzw. 36 angesetzt und erzeugen einen Bildversatz. So ist es  
möglich, durch eine Drehbewegung der Rhombusprismen 41, 42 die gewünschte  
Abstandseinstellung vorzunehmen.

35 Wie in den Figuren 4 bis 9 zu sehen ist, erfolgt die Bilddrehung nicht durch die  
Rhombusprismen 41, 42, sondern durch die davor im Strahlengang gelegenen 180°-  
Prismen 31, 32. Die in den Figuren 4 bis 6 bzw. 7 bis 9 dargestellten



5 Ausgestaltungsvarianten unterscheiden sich nur geringfügig, nämlich in der Anordnung der negativen Objektiv Elemente 19 bzw. 20, die einerseits in der Drehachse 43 bzw. 44 der Rhombusprismen 41 bzw. 42 liegen (Figuren 4 bis 6) und die in den Figuren 7 bis 9 vor dem letzten 90°-Prisma 35 bzw. 36 in der zweiten Drehachse 38 für die Schwenkbewegung liegen.

10

In Figur 10 ist noch einmal das Prinzip des beweglichen Umlenksystems 10 verdeutlicht, wobei insbesondere die Schwenkmöglichkeiten der einzelnen Prismen zu sehen sind. Weiterhin wird in Figur 10 verdeutlicht, dass bei einem Schwenken in eine gewünschte Position keine Drehung des Bildes (hier dargestellt durch den Buchstaben „F“) auftritt. Vielmehr bleibt dieses während der gesamten Bewegung aufrecht stehen.

15

In Figur 11 ist ein anderes Ausführungsbeispiel eines Schwenktubus 10 dargestellt. Der Schwenktubus 10 verfügt wiederum über eine Eintrittsseite 12 sowie eine Austrittsseite 13. Zwei Strahlengänge 14, 15 treten im Bereich der Eintrittsseite 12 in den Schwenktubus 10 ein und verlassen diesen auf der Austrittsseite 13. Wie auch bei den in den Figuren 1 bis 8 dargestellten Ausführungsbeispielen haben die Strahlengänge 14, 15 jeweils einen identischen Verlauf, wobei diese beim Hindurchgehen durch den Schwenktubus 10 jeweils eine Reihe von Optikelementen durchlaufen. Jeder der Strahlengänge 14, 15 durchläuft dabei die gleichen Optikelemente, die in den Strahlengängen 14, 15 ebenfalls in identischer Weise positioniert sind.

20

25

Der Grundgedanke des in der Figur 11 dargestellten Schwenktubus 10 basiert auf einer alternativen Anordnung der eingesetzten Optikelemente einer Optikeinrichtung 50. Zur Bilddrehung sind jeweils Prismen 60 bzw. 63 zur Bildumkehr vorgesehen. Im Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 9 sind diese Prismen 60 bzw. 63 jeweils als zwei Poro Prismen zweiter Art 61, 62 im Strahlengang 14 bzw. 64, 65 im Strahlengang 15 ausgebildet. Das Bild wird durch diese Poro Prismen zweiter Art vollständig gedreht.

30

35

5 Weiterhin ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 11 vorgesehen, dass der optische Strahlengang 14, 15 nach einer als Sammellinse ausgebildeten Optikeinrichtung 16 zunächst ein 180°-Prisma 51 bzw. 52 durchläuft und dann erst sich daran anschließende 90°-Prismen 53, 55 bzw. 54, 56, die sich im Strahlengang 14, 15 an die 180°-Prismen 51 bzw. 52 anschließen, durchläuft. Erst danach findet  
10 die Bildumkehr durch die Poro Prismen 61, 62 bzw. 64, 65 statt.

Der Strahlengang wird dabei während des Hindurchgehens durch die 180°-Prismen 51 bzw. 52 nach unten, dass heisst in Richtung des Eintrittsbereichs 12 des Schwenktubus 10 zurückgeführt, sodass eine Verkürzung der gesamten Baulänge  
15 erhalten wird.

Um bei der Bewegung in die Endlagen von plus minus 90° keine Bilddrehung zu erhalten, bedarf es der gleichzeitigen Bewegung mehrerer Prismen. Dadurch, dass die Poroprismen 61, 62 bzw. 64, 65 bei dieser Ausgestaltungsvariante verwendet  
20 werden sollen, muss die restliche Optik bei der Bewegung das Eingangsbild ohne Drehung weitergeben, dass heisst es darf keine Bilddrehung auftreten.

Während des Schwenkens muss sich die Optik daher um mehrere Achsen drehen. Durch die 180°-Prismen 51 bzw. 52 gehen zwei Achsen, von denen eine im  
25 optischen Strahl, der das Mikroskop verlässt (Achse 57) liegt und die andere im optischen Austrittsstrahl des Prismas (Achse 58). Die Achsen 57, 58 sind zueinander parallel und haben einen Abstand abhängig von der Länge der 180°-Prismen 51, 52. Die Achse 57 ermöglicht es, das Prisma 51 bzw. 52 um plus minus 45° zu bewegen. Relativ dazu wird das an diesem Prisma in der zweiten Achse 58 aufgehängte 90°-  
30 Prisma 53 bzw. 54 mit dem selben Winkel in entgegengesetzter Richtung bewegt, sodass der nach diesem Prisma verlaufende optische Strahl immer in die selbe Richtung weist. In diesem Strahl liegt dann die dritte Achse 59, um die sich das zweite 90°-Prisma 55 bzw. 56 dreht. Mit dieser Drehbewegung wird das Schwenken von plus minus 90° realisiert. Dabei ist die Drehgeschwindigkeit in der dritten Achse  
35 59 vorteilhaft genau doppelt so hoch, wie in der ersten Achse 57 bzw. der zweiten Achse 58. Wird zum Beispiel das 180°-Prisma 51 bzw. 52 um 45° ausgelenkt, muss sich also das zweite 90°-Prisma 55 bzw. 56 in der dritten Achse 59 um 90° drehen.

5

Das Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge 14, 15 im Austrittsbereich 13 des Schwenktubus erfolgt vorzugsweise über Rotationsbewegungen der Poro Prismen 61, 62 bzw. 64, 65 um entsprechende Drehachsen 66, 67.

- 10 Die Optikeinrichtung 15 des in Figur 11 dargestellten Schwenktubus weist somit eine besonders kurze mechanische Baulänge auf.

In den Figuren 12 bis 14 ist schließlich noch ein weiterer Aspekt für einen Schwenktubus 10 gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Wiederum weist  
15 der Schwenktubus 10 einen Eintrittsbereich 12 auf, in den zwei stereoskopische Strahlengänge 14, 15 eintreten. Darüber hinaus weist der Schwenktubus 10 einen Austrittsbereich 13 auf, über den die Strahlengänge 14, 15 den Schwenktubus 10 verlassen. Der Schwenktubus 10 verfügt wiederum über eine Objektiveinrichtung 16 sowie eine Optikeinrichtung 70. Die Optikeinrichtung 70 besteht aus einer Anzahl von  
20 Optikelementen, die in Form von Prismen ausgebildet sind.

Die Objektiveinrichtung 16 kann beispielsweise einteilig ausgebildet sein, wie dies in den Figuren 12 und 13 dargestellt ist. Ebenso ist es denkbar, dass die Objektiveinrichtung 16 mehrteilig ausgebildet ist, wobei in einem solchen Fall, wie in  
25 Figur 14 dargestellt, die Objektiveinrichtung 16 jeweils aus einem positiven Objektivelement 17 bzw. 18 sowie einem negativen Objektivelement 19 bzw. 20 gebildet sein kann.

Die in den Figuren 12 bis 14 dargestellten Ausführungsbeispiele habe gemeinsam,  
30 dass alle zur Bewegung um plus minus 90° erforderlichen Optikelemente in einer einzigen Drehachse 71 gelegt werden und dass die beim Schwenken auftretende Drehung des Bildes durch ein zusätzlich im Strahlengang 14, 15 eingebautes Prisma 76, 77 aufgehoben wird. Das Einstellen der Strahlengänge 14, 15 auf einen bestimmten Abstand erfolgt über eine entsprechende Einrichtung 80, die pro  
35 Strahlengang 14, 15 jeweils aus einem Rhombusprisma 81, 82 gebildet ist.

5 In den Strahlengang 14, 15 wird jeweils ein Prisma zur Bildumkehr eingebaut, das in den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 12 bis 14 als Schmidt-Pechan-Prisma ausgebildet ist. Dieses Prisma 76 bzw. 77 spiegelt das eintretende Bild und dreht es je nach Lage des Prismas. Das eintretende Bild wird bei einer Rotationsbewegung des Prismas 76 bzw. 77 um eine Drehachse 78 bzw. 79 mit dem  
10 doppelten Winkel weitergegeben. Somit ist es möglich, ein zum Beispiel unter  $90^\circ$  gedrehtes Bild durch eine  $45^\circ$  Drehung des Prismas 76 bzw. 77 zurück in eine  $0^\circ$  Lage zu bringen. Das ist im Falle des in Figur 10 dargestellten Schwenktubus 10 notwendig, da beim Schwenken der  $90^\circ$ -Prismen 72 bzw. 73 oder 74 bzw. 75 eine Bilddrehung von plus minus  $90^\circ$  stattfindet, die durch Drehen der Schmidt-Pechan-  
15 Prismen 76, 77 um plus minus  $45^\circ$  in die geeignete Richtung wieder rückgängig gemacht werden muss. Hierzu wird vorteilhaft eine zwei zu eins Kopplung der plus minus  $90^\circ$  Schwenkachse 71 und der Drehachse 78 bzw. 79 der Schmidt-Pechan-Prismen 76 bzw. 77 vorgenommen. Eine am  $90^\circ$ -Prisma 74 bzw. 75 angeordnete Dachkante macht die im Schmidt-Pechan-Prisma 76 bzw. 77 auftretende Spiegelung  
20 rückgängig.

In Figur 13 ist ein auf dem in Figur 12 dargestellten Prinzip aufgebauter Schwenktubus 10 dargestellt, bei dem ebenfalls die Bilddrehung während der Bewegung durch ein Schmidt-Pechan-Prisma 76 bzw. 77 aufgehoben wird. Das  
25 Prisma 76 bzw. 77 ist jedoch ebenfalls in der Drehachse 71 angeordnet, wodurch Baulänge des Schwenktubus 10 eingespart wird, da der Strahlengang 14 bzw. 15 in die Breite des Schwenktubus 10 gelenkt wird. Es wird die gleiche Art und Anzahl von Optikelementen wie bei Figur 12 verwendet. Nur müssen die Abmaße von einigen Optikelementen im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 13 an die abgewandelten  
30 Bedingungen angepaßt werden. Dies gilt insbesondere für die Rhombusprismen 81 bzw. 82, die durch die Verlagerung in die Breite länger werden müssen. Die Funktion des in Figur 13 dargestellten Schwenktubus 10 entspricht jedoch derjenigen des in Figur 12 dargestellten Schwenktubus 10. Beim Schwenken um plus minus  $90^\circ$  um die Drehachse 71 muss das Schmidt-Pechan-Prisma 76 bzw. 77 mit dem halben  
35 Drehwinkel in der selben Richtung mitgedreht werden, um ein aufrechtes Bild zu erhalten. Das Schmidt-Pechan-Prisma 76 bzw. 77 wird durch seine Position in der



- 5 Drehachse 71 nicht mehr mitgeschwenkt, sondern nur das Dachkantenprisma 74 bzw. 75 und das Rhombusprisma 81 bzw. 82.



Der in Figur 14 dargestellte Schwenktubus 10 wurde im Vergleich zu dem in Figur 13 dargestellten Schwenktubus 10 dahingehend abgeändert, dass die 90°-Prismen 72 bzw. 73 und die 90°-Dachkantenprismen 74 bzw. 75 vertauscht wurden. Somit ist bei der in Figur 14 dargestellten Ausführungsvariante die Drehachse näher an der Schnittstelle des Schwenktubus 10 zur Beobachtungseinrichtung im Eintrittsbereich 12 als bei der in Figur 13 dargestellten Ausführungsform. Die Bewegung erfolgt identisch wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Figur 13, sodass diesbezüglich auf die entsprechenden Ausführungen verwiesen wird.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Schwenktuben 10 wird es jeweils auf konstruktiv einfache und kostengünstige Weise möglich, Schwenktuben mit kurzer mechanischer Baulänge herzustellen, die sich in besonders vorteilhafter Weise in Beobachtungseinrichtungen aller Art einsetzen lassen.

5

## Patentansprüche

- 10 1. Umlenksystem für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop, mit wenigstens einer Objektivereinrichtung (16) und wenigstens einer Optikeinrichtung (30) zum Durchleiten wenigstens eines Strahlengangs (14, 15) von einem Eintrittsbereich (12) zu einem Austrittsbereich (13) des Umlenksystems (10), wobei die Optikeinrichtung (30) zur Umlenkung und zur Bildumkehr des Strahlengangs (14, 15) sowie zu dessen Weiterleitung in wenigstens eine Okulareinrichtung wenigstens ein Optikelement in Form eines
- 15  Prisma aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildumkehr im Strahlengang (14, 15) ein Optikelement in Form eines 180°-Prisma (31, 32) vorgesehen ist und dass das 180°-Prisma (31, 32) quer zur gestreckten Lage (L) des Umlenksystems (10) angeordnet ist.
- 20 2. Umlenksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang (14, 15), vom Eintrittsbereich (12) des Umlenksystems (10) aus gesehen, vor und/oder nach dem 180°-Prisma (31, 32) jeweils wenigstens ein Umlenkprisma (33, 35; 34, 36) vorgesehen ist.
- 25 3. Umlenksystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Umlenkprisma (33, 34, 35, 36) als 90°-Prisma oder 90°-Spiegel ausgebildet ist.
- 30  4. Umlenksystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwei senkrecht zur Richtung des in das Umlenksystem (10) in dessen Eintrittsbereich (12) eintretenden Strahls verlaufende Drehachsen (37, 38) vorgesehen sind, um die das 180°-Prisma (31, 32) und die Umlenkprismen (33, 35); (34, 36) zueinander bewegt werden.
- 35 5. Umlenksystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass dieses zum Durchleiten von zwei Strahlengängen (14, 15) ausgebildet ist, wobei in jedem Strahlengang (14, 15) wenigstens eine Objektivereinrichtung (16) und wenigstens eine Optikeinrichtung (30) vorgesehen ist und wobei eine

- 5            Einrichtung (39) zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge (14, 15) voneinander im Austrittsbereich (13) des Umlenksystems (10) vorgesehen ist.
6.    Umlenkssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (39) zum Einstellen des Abstands als Linsensystem (40) ausgebildet ist und dass
- 10           in jedem Strahlengang (14, 15) ein Linsensystem (40) vorgesehen ist.
7.    Umlenkssystem nach Anspruch 6, soweit auf Anspruch 4 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, dass das Linsensystem (40) in wenigstens einer Drehachse (37, 38) vorgesehen ist, um die das 180°-Prisma (31, 32) und die Umlenkprismen (33, 35 ; 34, 36) zueinander bewegt werden.
- 15 
8.    Umlenkssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang (14, 15) vor dem Austrittsbereich (13) des Umlenksystems (10) wenigstens ein um eine Drehachse (43, 44) drehbares Rhombusprisma (41, 42)
- 20           vorgesehen ist.
9.    Umlenkssystem nach Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Objektivseinrichtung (16) wenigstens ein positives (17, 18) und wenigstens ein negatives (19, 20) Objektivelement aufweist.
- 25 
10.   Umlenkssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das positive Objektivelement (17, 18) im Eintrittsbereich (12) des Strahlengangs (14, 15) in das Umlenkssystem (10) vorgesehen ist.
- 30    11. Umlenkssystem nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das negative Objektivelement (19, 20) im Strahlengang (14, 15), vom Eintrittsbereich (12) des Umlenksystems (10) aus gesehen, nach dem 180°-Prisma (31, 32) vorgesehen ist.
- 35    12. Umlenkssystem nach Anspruch 11, soweit auf einen der Ansprüche 2 bis 10 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, dass das negative Objektivelement (19,

5            20) im Strahlengang (14, 15) zwischen dem 180°-Prisma (31, 32) und dem nachfolgenden Umlenkprisma (35, 36) vorgesehen ist.

13. Umlenkssystem nach Anspruch 11, soweit auf einen der Ansprüche 8 bis 10 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, dass das negative Objektivelement (19, 10        20) im Strahlengang (14, 15) zwischen dem dem 180°-Prisma (31, 32) nachfolgenden Umlenkprisma (35, 36) und dem Rhombusprisma (41, 42) vorgesehen ist.

14. Umlenkssystem für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein 15        Mikroskop, mit wenigstens einer Objektivereinrichtung (16) und wenigstens einer Optikeinrichtung (50) zum Durchleiten wenigstens eines Strahlengangs (14, 15) von einem Eintrittsbereich (12) zu einem Austrittsbereich (13) des Umlenksystems (10), wobei die Optikeinrichtung (50) zur Umlenkung und zur Bildumkehr des Strahlengangs (14, 15) sowie zu dessen Weiterleitung in 20        wenigstens eine Okulareinrichtung wenigstens ein Optikelement in Form eines Prismas aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Optikelement in Form eines 180°-Prismas (51, 52) vorgesehen ist, welches der Strahl nach Eintritt in das Umlenkssystem (10) durchläuft und durch welches der Strahl in Richtung des Eintrittsbereichs (12) zurückgeführt wird und das wenigstens ein 25        Prisma (60, 63) zur Bildumkehr vorgesehen ist.

15. Umlenkssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das 30        wenigstens eine Prisma zur Bildumkehr (60, 63) im Strahlengang (14, 15) vom Eintrittsbereich (12) des Umlenksystems (10) aus gesehen, dem 180°-Prisma (51, 52) nachgeordnet ist.

16. Umlenkssystem nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Prisma (60, 63) zur Bildumkehr als Poro-Prisma zweiter Art ausgebildet ist.



- 5 17. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 15 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang zwei Prismen (61, 62; 64, 65) zur Bildumkehr vorgesehen sind.
- 10 18. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang (14, 15) zwischen dem 180°-Prisma (51, 52) und dem wenigstens einem Prisma (60, 63) zur Bildumkehr wenigstens ein Umlenkprisma (53, 55; 54, 56) vorgesehen ist.
- 15 19. Umlenkssystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Umlenkprismen (51, 55; 54, 56) vorgesehen sind.
- 20 20. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zur Vermeidung von Bilddrehungen zwei oder mehr Prismen gleichzeitig um Drehachsen beweglich angeordnet sind.
- 25 21. Umlenkssystem nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Drehachsen (57, 58) durch das 180°-Prisma (51, 52) verlaufen, wobei eine Drehachse (57) im optischen Eintrittsstrahl und wobei eine Drehachse (58) im optischen Austrittsstrahl des 180°-Prismas (51, 52) vorgesehen ist.
- 30 22. Umlenkssystem nach Anspruch 20, soweit auf Anspruch 19 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Umlenkprismen (53, 55; 54, 56) um eine Drehachse (59) beweglich zueinander angeordnet sind.
- 35 23. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass dieses zum Durchleiten von zwei Strahlengängen (14, 15) ausgebildet ist, wobei in jedem Strahlengang (14, 15) wenigstens eine Objektivereinrichtung (16) und wenigstens eine Optikeinrichtung (50) vorgesehen ist und wobei eine Einrichtung (68) zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge (14, 15) voneinander im Austrittsbereich (13) des Umlenksystems (10) vorgesehen ist.

- 5 24. Umlenkensystem nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des Abstands der beiden Strahlengänge (14, 15) das wenigstens eine Prisma (60, 63) zur Bildumkehr pro Strahlengang (14, 15) um eine Drehachse (66, 67) drehbar angeordnet ist.
- 10 25. Umlenkensystem nach einem der Ansprüche 14 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Objektivereinrichtung (16) im Strahlengang (14, 15) vor dem 180°-Prisma (51, 52) vorgesehen ist.
- 15 26. Umlenkensystem für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop, mit wenigstens einer Objektivereinrichtung (16) und wenigstens einer Optikeinrichtung (70) zum Durchleiten wenigstens eines Strahlengangs (14, 15) von einem Eintrittsbereich (12) zu einem Austrittsbereich (13) des Umlenkensystems (10), wobei die Optikeinrichtung (70) zur Umlenkung und zur Bildumkehr des Strahlengangs (14, 15) sowie zu dessen Weiterleitung in  
20 wenigstens einer Okulareinrichtung wenigstens ein Optikelement in Form eines Prismas aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Schwenken erforderlichen Optikelemente in einer Drehachse (71) angeordnet sind und das wenigstens ein Prisma (76, 77) zur Bildumkehr vorgesehen ist.
- 25 27. Umlenkensystem nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Prisma (76, 77) zur Bildumkehr als Schmidt-Pechan-Prisma ausgebildet ist.
- 30 28. Umlenkensystem nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Prisma (76, 77) zur Bildumkehr im Strahlengang (14, 15) den zum Schwenken erforderlichen Optikelementen nachgeordnet ist.
- 35 29. Umlenkensystem nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Prisma (76, 77) zur Bildumkehr um eine Drehachse (78, 79) drehbar angeordnet ist.

- 5 30. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass zum Schwenken wenigstens ein Umlenkprisma (72, 74; 73, 75) insbesondere zwei Umlenkprismen, im Strahlengang (14, 15) vorgesehen ist/sind.
- 10 31. Umlenkssystem nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Umlenkprisma (72, 73) als 90°-Prisma ausgebildet ist.
32. Umlenkssystem nach Anspruch 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Umlenkprisma (74, 75) als 90°-Umlenkprisma ausgebildet ist.
- 15 33. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 26 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Prisma (76, 77) zur Bildumkehr und die zum Schwenken erforderlichen Optikelementen in ein und derselben Drehachse (71) angeordnet sind.
- 20 34. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 30 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass pro Strahlengang (14, 15) zwei Umlenkprismen (72, 74; 73, 75) vorgesehen sind und dass das wenigstens eine Prisma zur Bildumkehr (76, 77) im Strahlengang (14, 15) zwischen zwei Umlenkprismen (72, 74; 73, 75) vorgesehen ist.
- 25 35. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 30 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass pro Strahlengang (14, 15) zwei Umlenkprismen (72, 74; 73, 75) vorgesehen sind, dass ein Umlenkprisma (72, 73) als 90°-Prisma und ein Umlenkprisma (74, 75) als 90°-Dachkanten-Prisma ausgebildet ist und dass das 90°-Prisma (72, 73) im Strahlengang (14, 15) vom Eintrittsbereich (12) des Umlenksystems (10) aus gesehen, vor dem 90°-Dachkantenprisma (74, 75) vorgesehen ist.
- 30 36. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 30 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass pro Strahlengang (14, 15) zwei Umlenkprismen (72, 74; 73, 75) vorgesehen sind, dass ein Umlenkprisma (72, 73) als 90°-Prisma und ein Umlenkprisma (74, 75) als 90°-Dachkantenprisma ausgebildet ist und dass das 90°-
- 35

- 5        Dachkantenprisma (74, 74) im Strahlengang (14, 15), vom Eintrittsbereich (12) des Umlenksystems (10) aus gesehen, vor dem 90°-Prisma (72, 73) vorgesehen ist.
- 10       37. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 20 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass dieser zum Durchleiten von zwei Strahlengängen ausgebildet ist, wobei in jedem Strahlengang (14, 15) wenigstens eine Objektiveinrichtung (16) und wenigstens eine Optikeinrichtung (70) vorgesehen ist und wobei eine Einrichtung (80) zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge (14, 15) voneinander im Austrittsbereich (13) des Umlenksystems (10) vorgesehen ist.
- 15       38. Umlenkssystem nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (80) zum Einstellen des Abstands pro Strahlengang (14, 15) wenigstens einen Rhombusprisma (82) aufweist.
- 20       39. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 30 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Objektiveinrichtung (16) im Strahlengang (14, 15) vom Eintrittsbereich (12) des Umlenksystems (10) aus gesehen, vor oder nach dem ersten Umlenkprisma vorgesehen ist.
- 25       40. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 37 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Objektiveinrichtung (16) wenigstens ein positives (17, 18) und wenigstens ein negatives (19, 20) Objektivelement aufweist, dass das positive Objektivelement (17, 18) im Strahlengang (14, 15), vom Eintrittsbereich (12) des Umlenksystems (10) aus gesehen, vor oder nach dem ersten Umlenkprisma  
30       vorgesehen ist und dass das negative Objektivelement (19, 20) im Strahlengang (14, 15), vom Eintrittsbereich (12) des Umlenksystems (10) aus gesehen, vor der Einrichtung zum Einstellen des Abstands der beiden Strahlengänge (14, 15) vorgesehen ist.
- 35       41. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass dieses zum Durchleiten von zwei Strahlengängen (14, 15) ausgebildet ist,

5        wobei in jedem Strahlengang eine Objektiveinrichtung (16) und wenigstens eine  
Optikeinrichtung (30, 50, 70) vorgesehen ist.

42. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 41, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Okulareinrichtung Bestandteil des Umlenksystems (10) ist.

10

43. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 42, dadurch gekennzeichnet,  
dass dieses als 180°-Umlenkssystem ausgebildet ist.

44. Umlenkssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 43, dadurch gekennzeichnet,  
dass dieses eine Schnittstelle (11) zur Befestigung an einer  
Beobachtungseinrichtung aufweist.

15

45. Beobachtungseinrichtung, insbesondere Mikroskop oder Fernrohr, mit einem  
Grundkörper und einem Umlenkssystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 44.

20



5

## **Zusammenfassung**



Es wird beschrieben ein Umlenkssystem für eine Beobachtungseinrichtung,  
10 insbesondere für ein Mikroskop, mit wenigstens einer Objektiveinrichtung und  
wenigstens einer Optikeinrichtung zum Durchleiten wenigstens eines Strahlengangs  
von einem Eintrittsbereich zu einem Austrittsbereich des Umlenksystems, wobei die  
Optikeinrichtung zur Umlenkung und zur Bildumkehr des Strahlengangs sowie zu  
15 dessen Weiterleitung in wenigstens eine Okulareinrichtung wenigstens ein  
Optikelement in Form eines Prismas aufweist. Erfindungsgemäß wird eine besonders  
kostengünstige und konstruktiv einfache Ausgestaltung des Umlenksystems bei  
gleichzeitig möglichst geringer mechanischer Baulänge realisiert, in dem die  
Optikelemente zur Umlenkung des Strahlengangs sowie wenigstens ein Prisma zur  
Bildumkehr in besonderer Weise ausgestaltet und in bestimmter Art und Weise  
20 zueinander im Strahlengang angeordnet sind. Weiterhin wird eine  
Beobachtungseinrichtung mit einem entsprechenden Umlenkssystem beschrieben.

(Hierzu: keine Figur)

25

5

### Bezugszeichenliste

	10	Umlenksystem
	11	Schnittstelle zu einer Beobachtungseinrichtung
10	12	Eintrittsbereich
	13	Austrittsbereich
	14	Strahlengang
	15	Strahlengang
	16	Objektiveinrichtung
15	17	positives Objektivelement
	18	positives Objektivelement
	19	negatives Objektivelement
	20	negatives Objektivelement
20	30	Optikeinrichtung
	31	Prisma zur Bildumkehr (180°-Prisma)
	32	Prisma zur Bildumkehr (180°-Prisma)
	33	Umlenkprisma (90°-Prisma)
	34	Umlenkprisma (90°-Prisma)
25	35	Umlenkprisma (90°-Prisma)
	36	Umlenkprisma (90°-Prisma)
	37	Drehachse
	38	Drehachse
	39	Einrichtung zum Einstellen des Abstands zwischen zwei Strahlengängen
30	40	Linsensystem
	41	Rhombusprisma
	42	Rhombusprisma
	43	Drehachse
	44	Drehachse
35	45	Kreis
	50	Optikeinrichtung
	51	180°-Prisma

5	52	180°-Prisma
	53	Umlenkprisma (90°-Prisma)
	54	Umlenkprisma (90°-Prisma)
	55	Umlenkprisma (90°-Prisma)
	56	Umlenkprisma (90°-Prisma)
10	57	Drehachse
	58	Drehachse
	59	Drehachse
	60	Prisma zur Bildumkehr (Poro Prisma)
	61	erstes Poro Prisma
15	62	zweites Poro Prisma
	63	Prisma zur Bildumkehr (Poro Prisma)
	64	erstes Poro Prisma
	65	zweites Poro Prisma
	66	Drehachse
20	67	Drehachse
	68	Einrichtung zur Einstellung des Abstands zwischen zwei Strahlengängen
	70	Optikeinrichtung
	71	Drehachse
25	72	Umlenkprisma (90°-Prisma)
	73	Umlenkprisma (90°-Prisma)
	74	Umlenkprisma (90°-Dachkantenprisma)
	75	Umlenkprisma (90°-Dachkantenprisma)
	76	Prisma zur Bildumkehr (Schmidt-Pechan-Prisma)
30	77	Prisma zur Bildumkehr (Schmidt-Pechan-Prisma)
	78	Drehachse
	79	Drehachse
	80	Einrichtung zum Einstellen des Abstands zwischen zwei Strahlengängen
	81	Rhombusprisma
35	82	Rhombusprisma
	L	gestreckte Lage des Umlenksystems



1/10

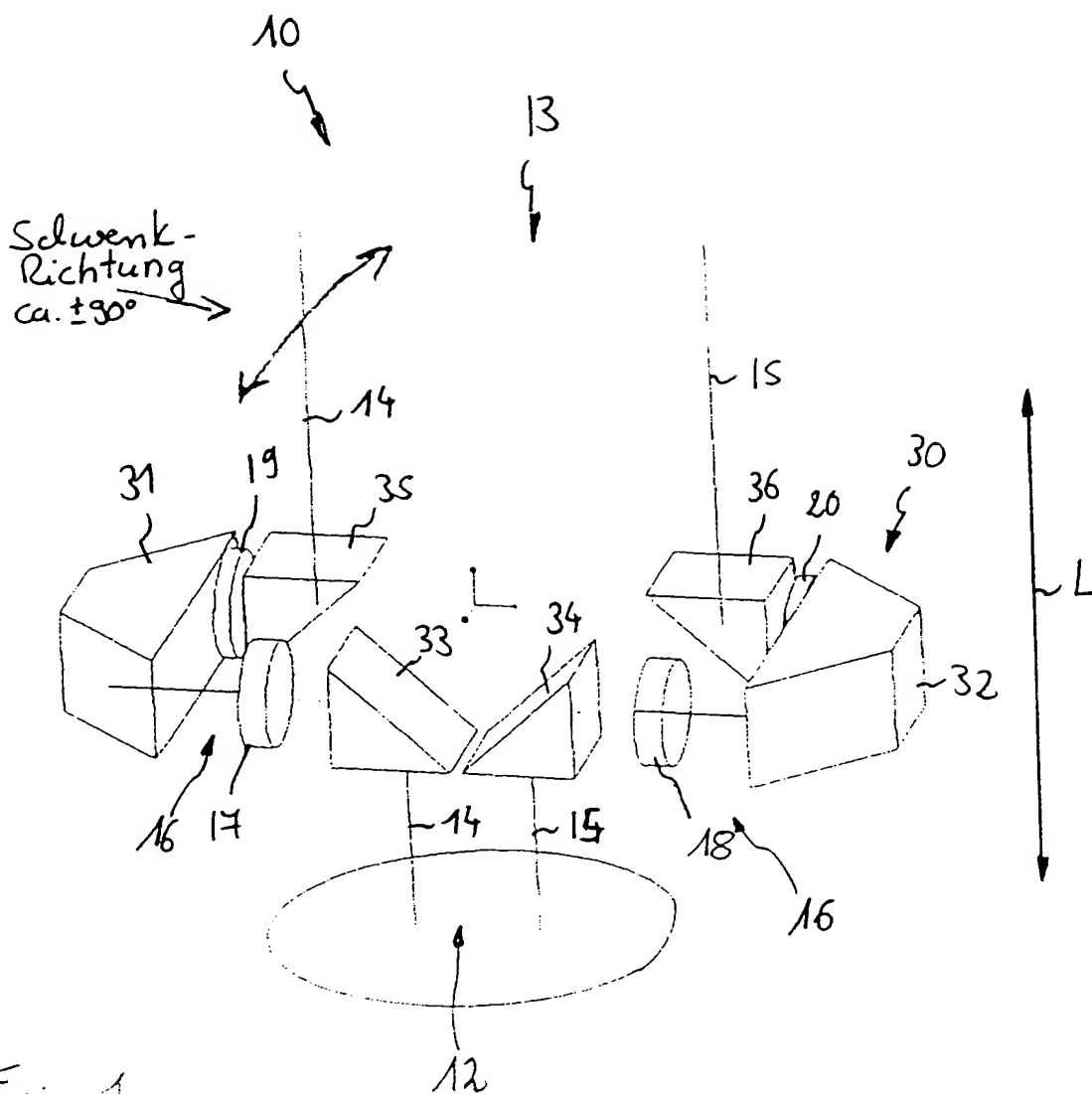


Fig. 1

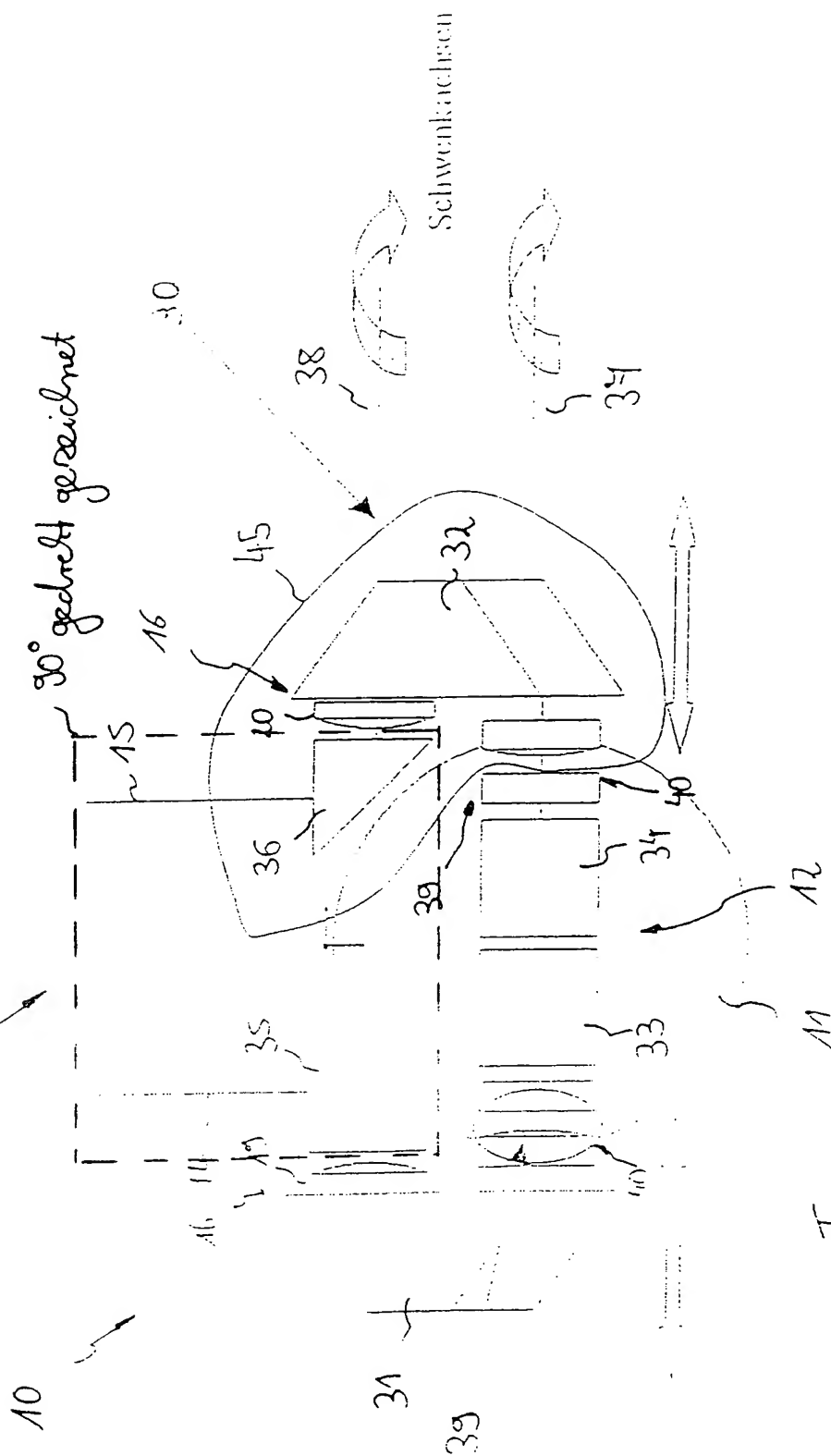


Fig. 2

3/10

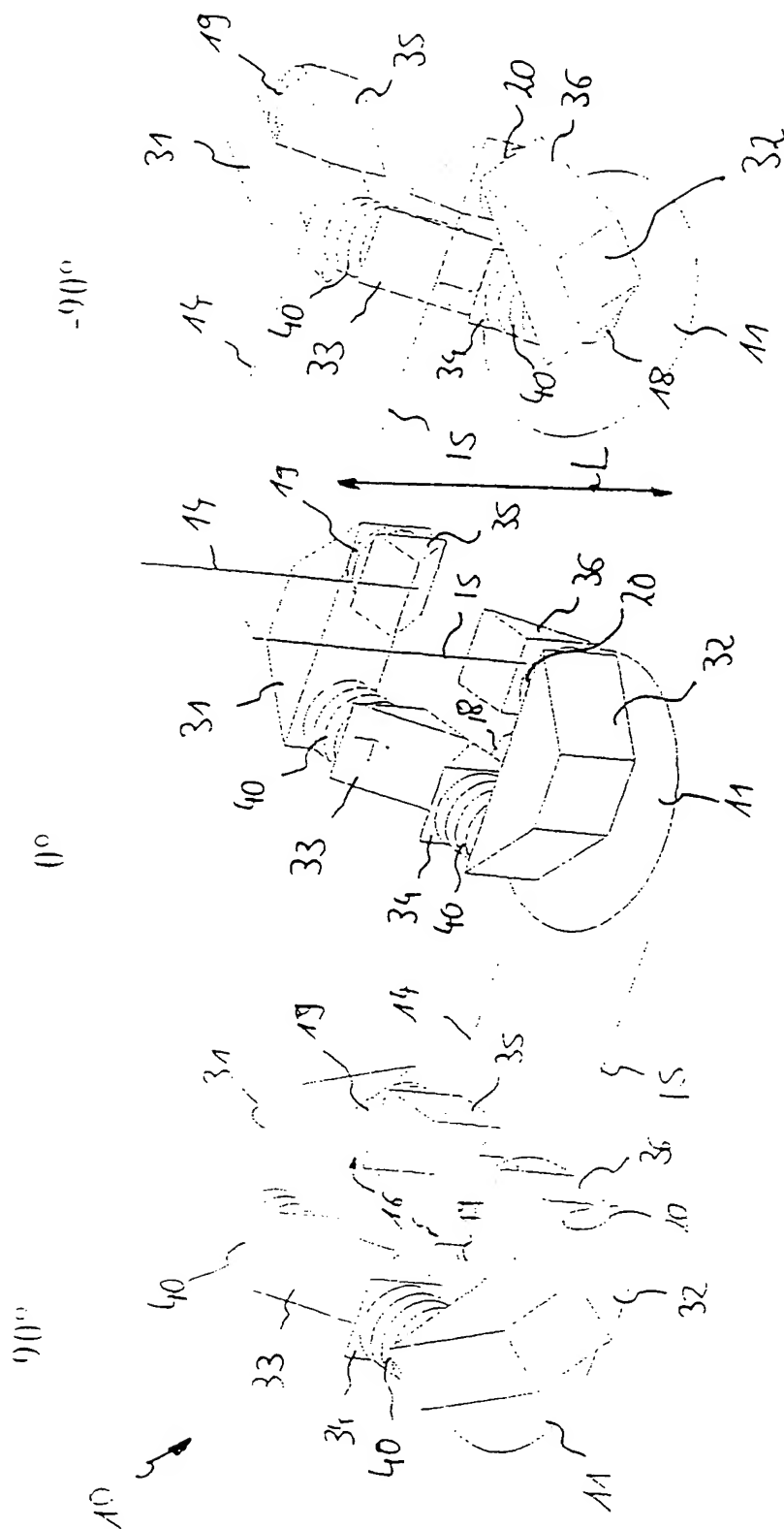
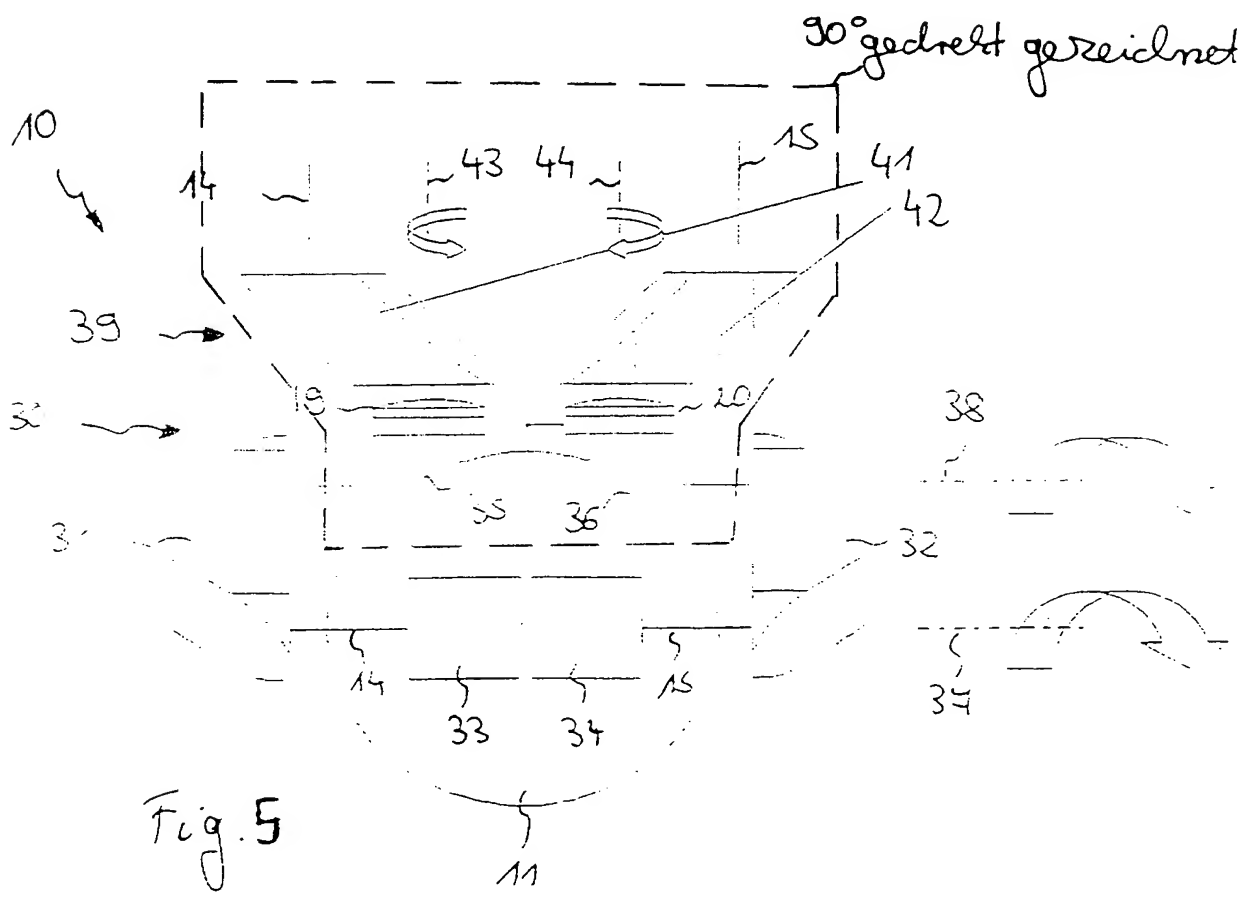
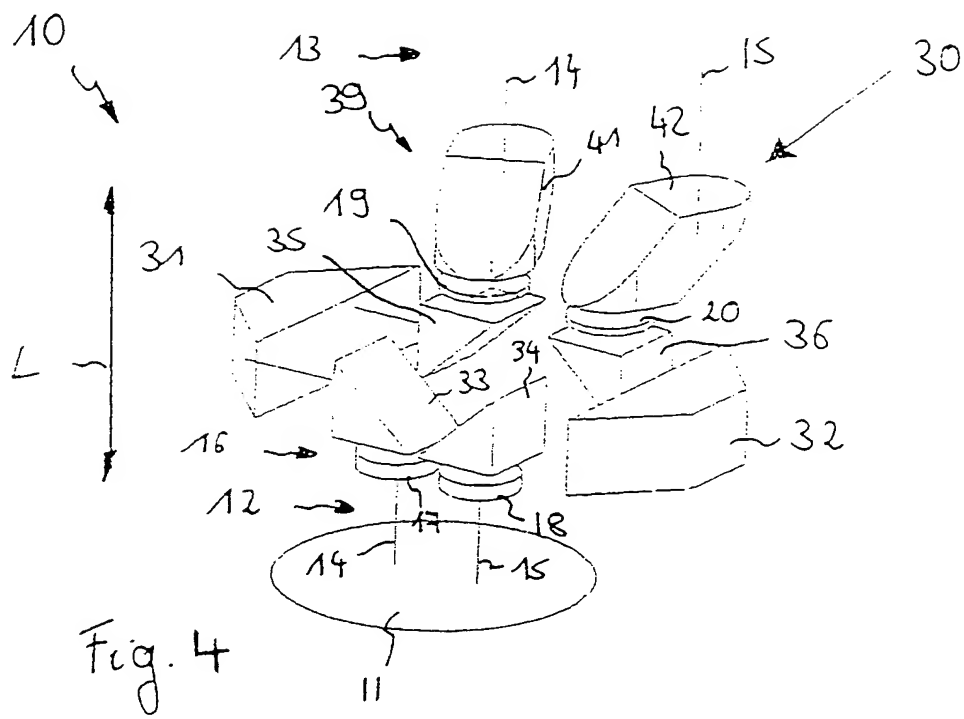


Fig. 3



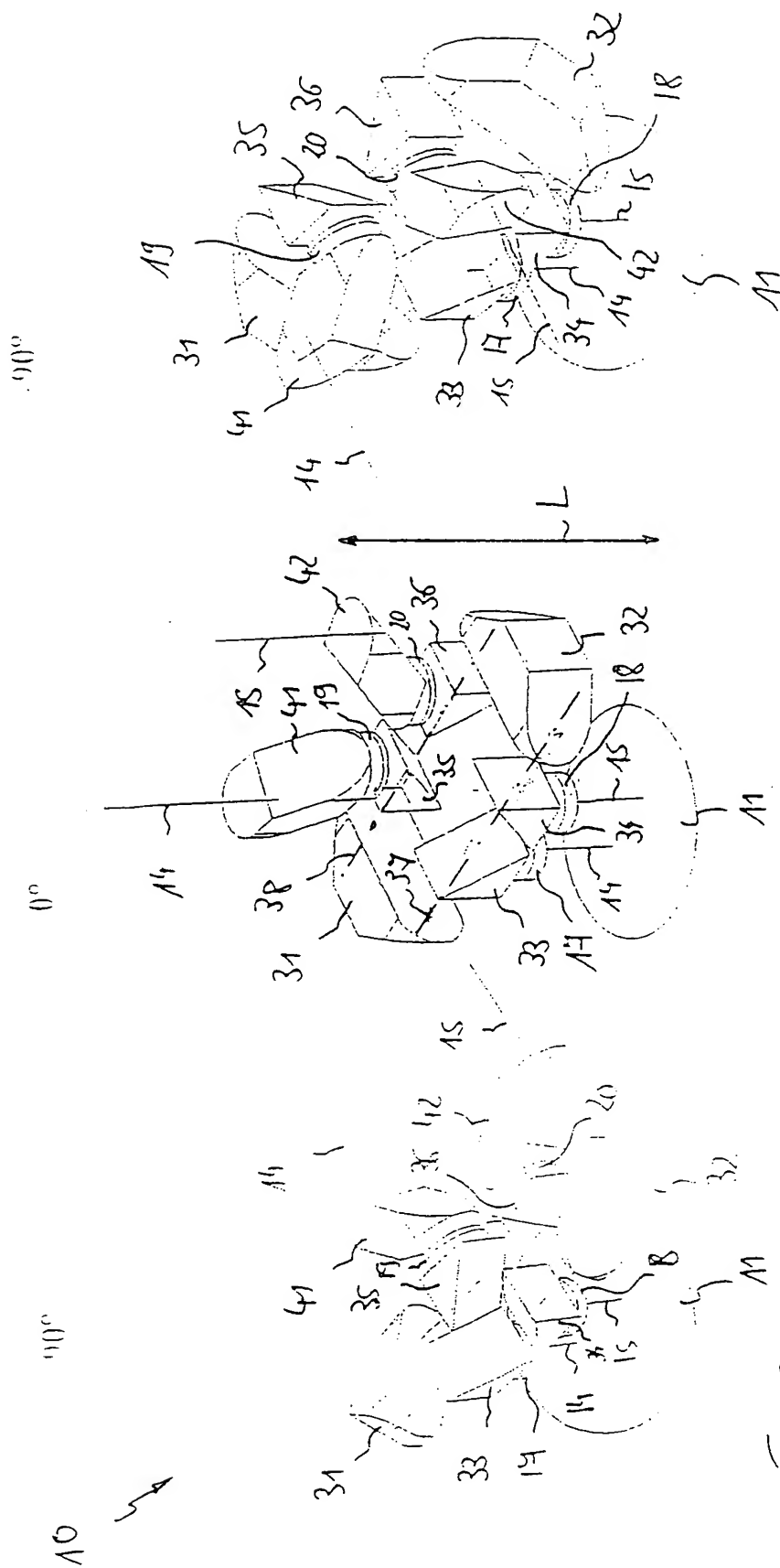
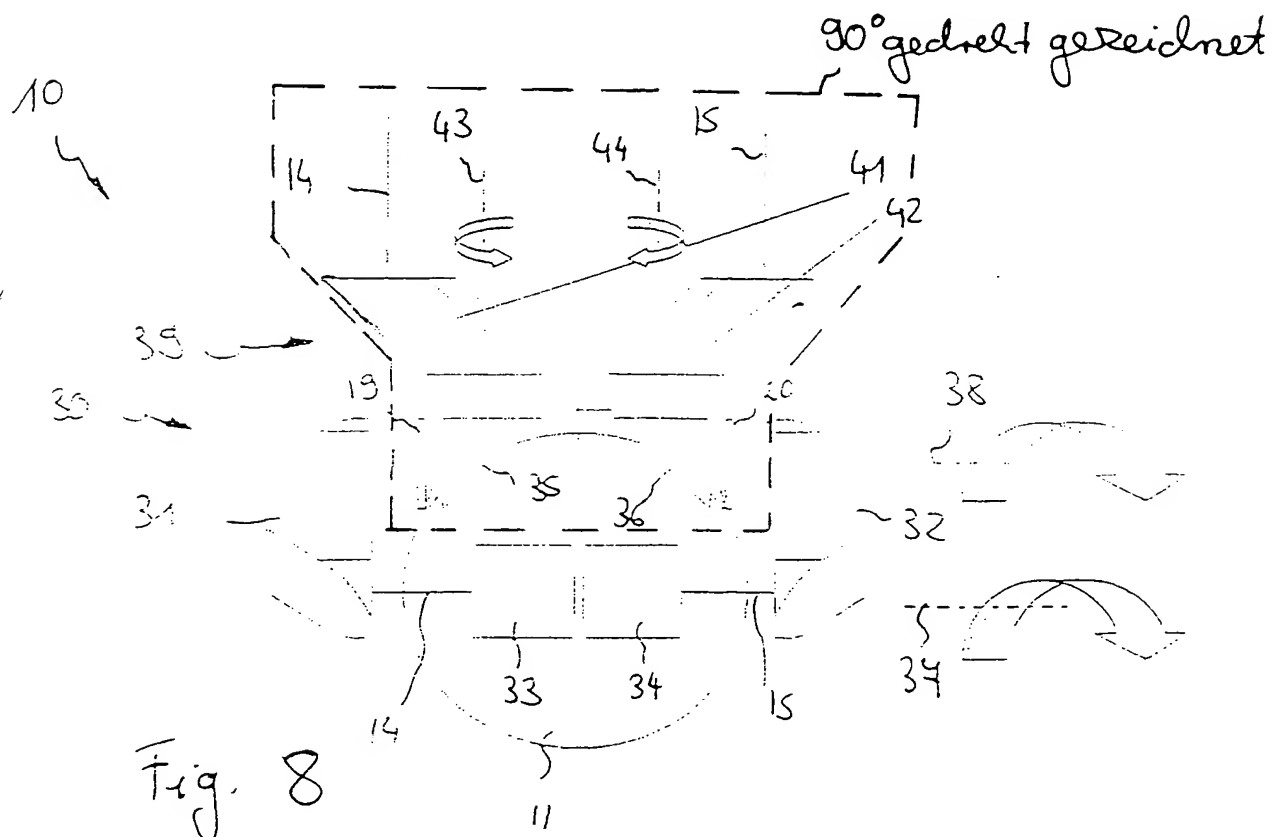
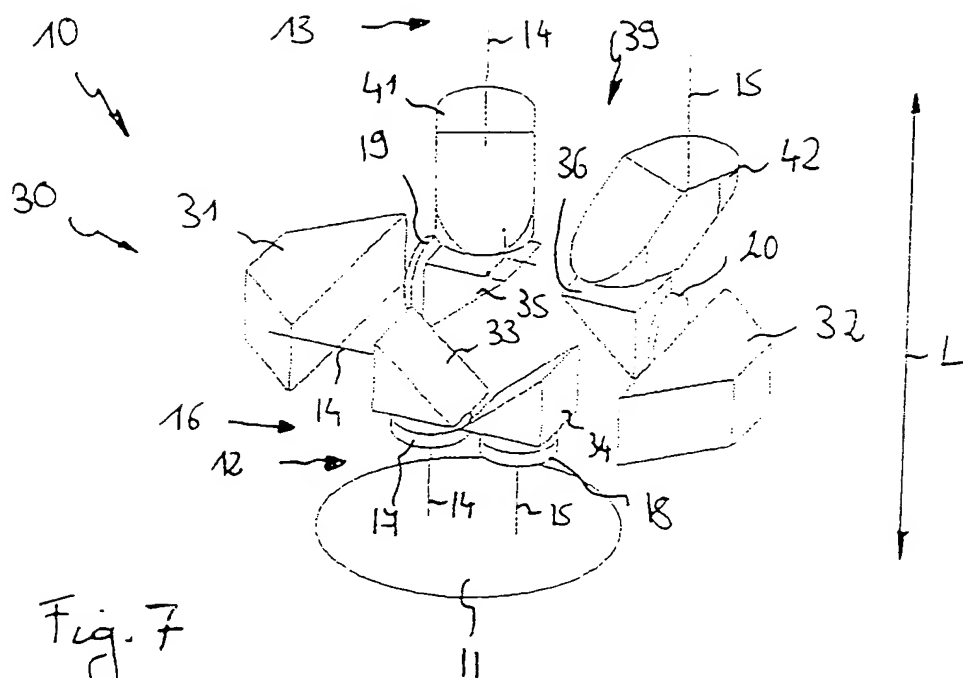


Fig. 6



10

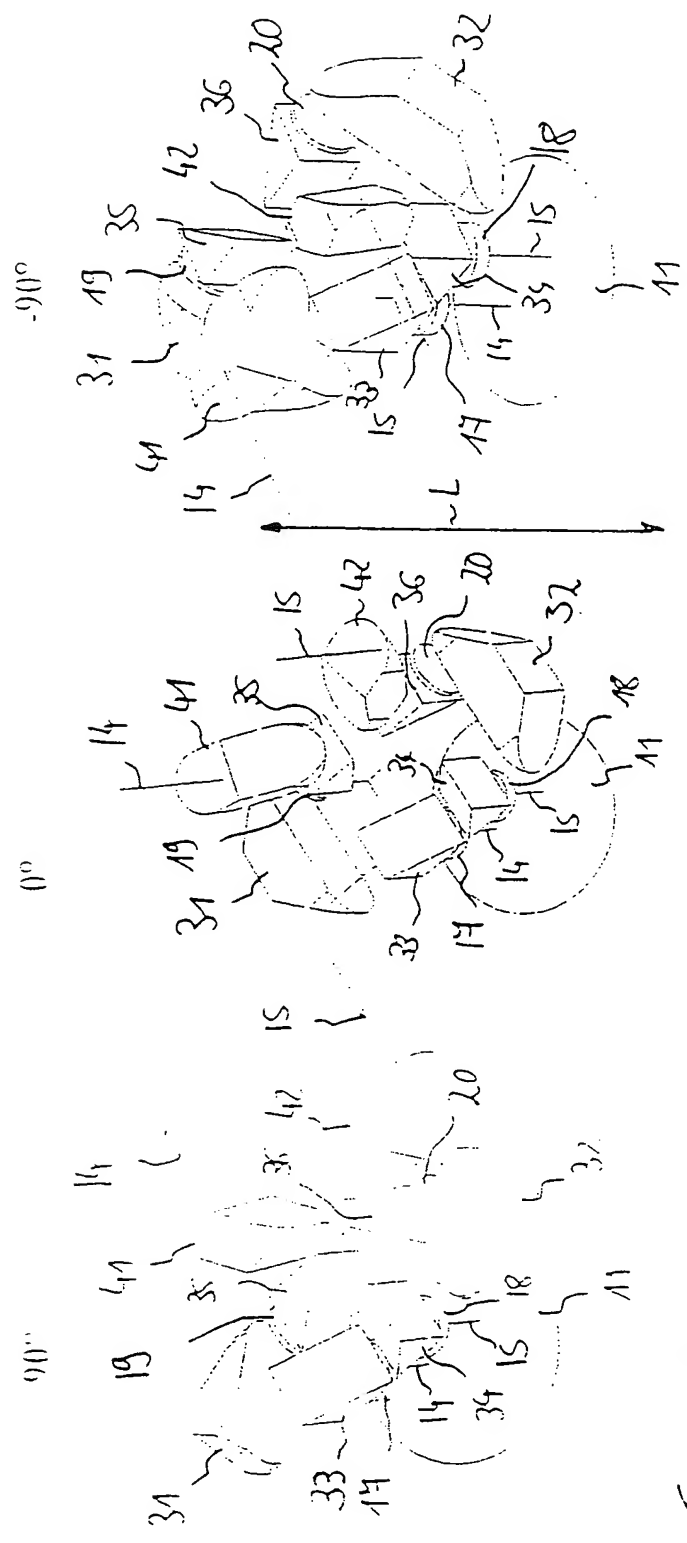


Fig. 3

8/10

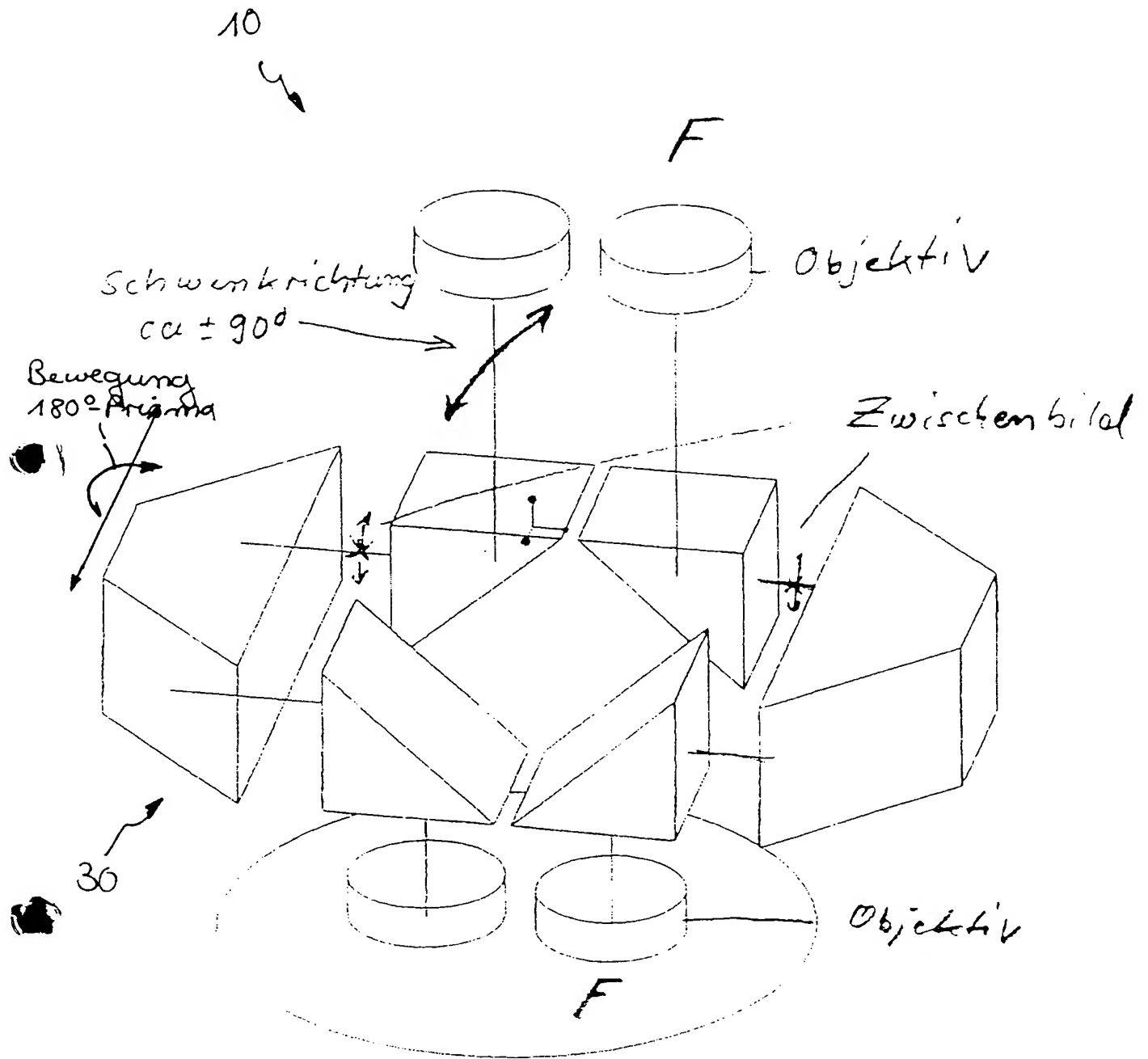
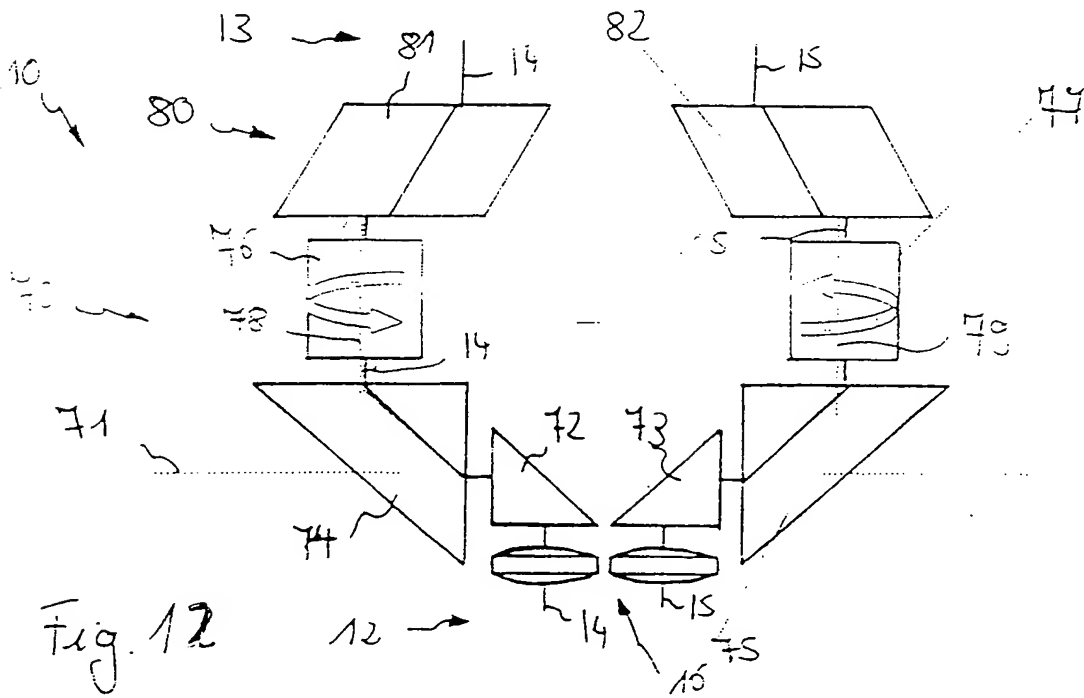
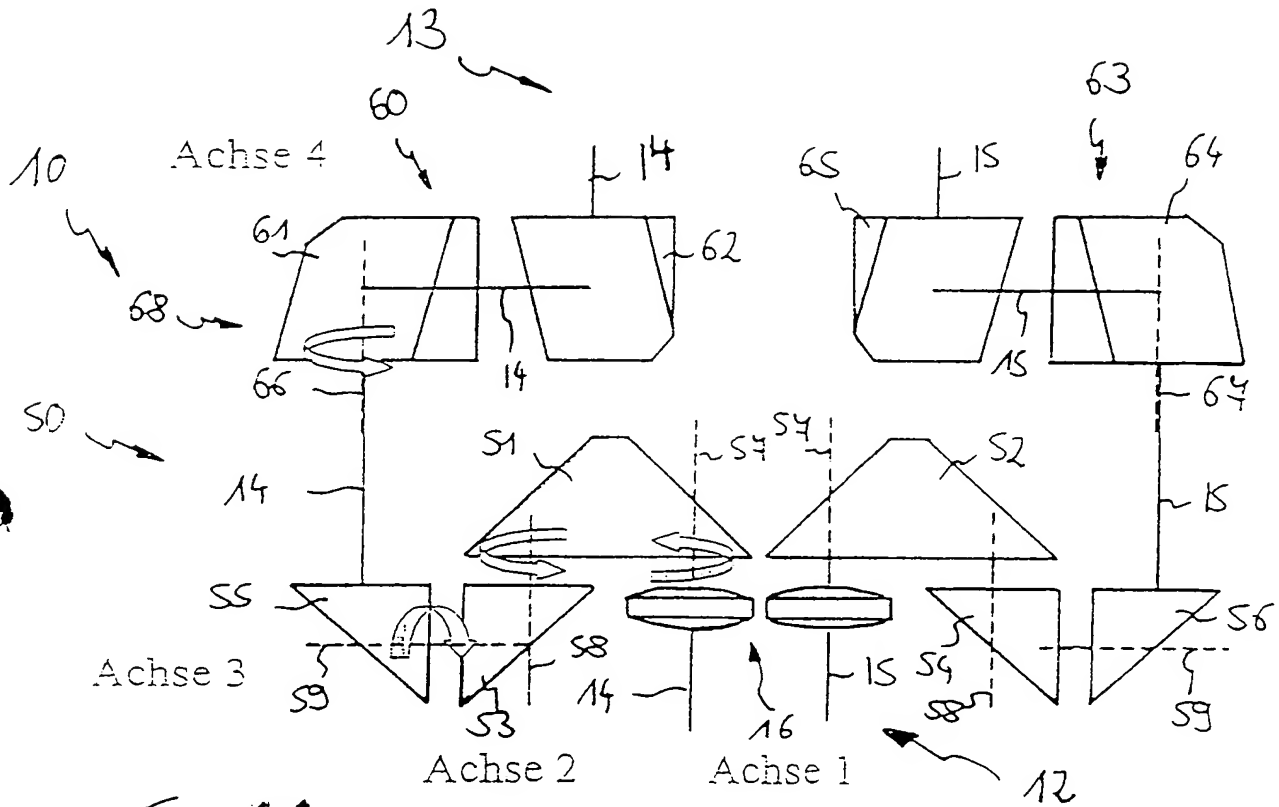


Fig. 10



9/10



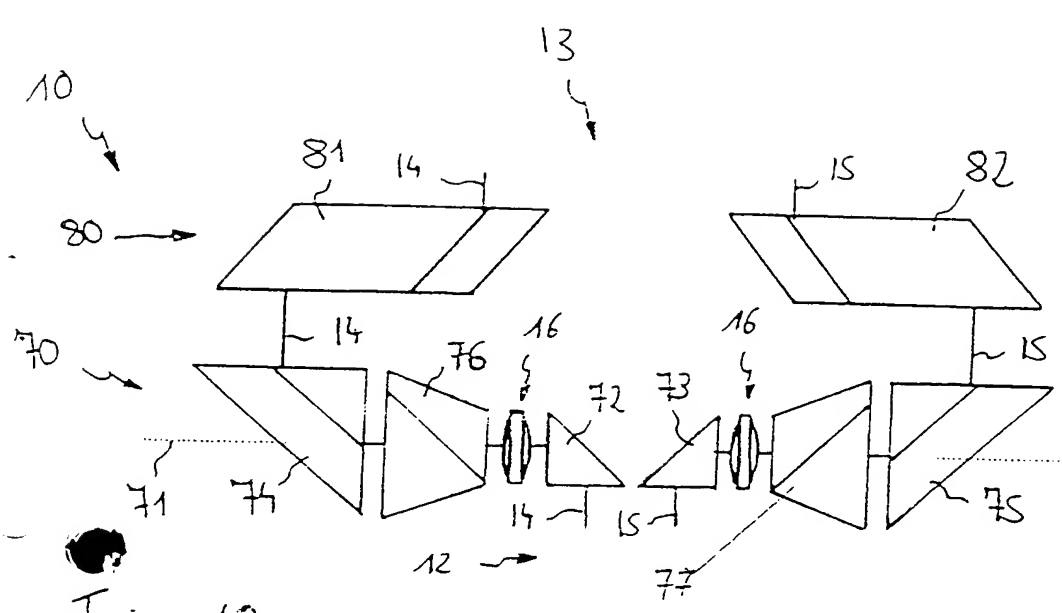


Fig. 13

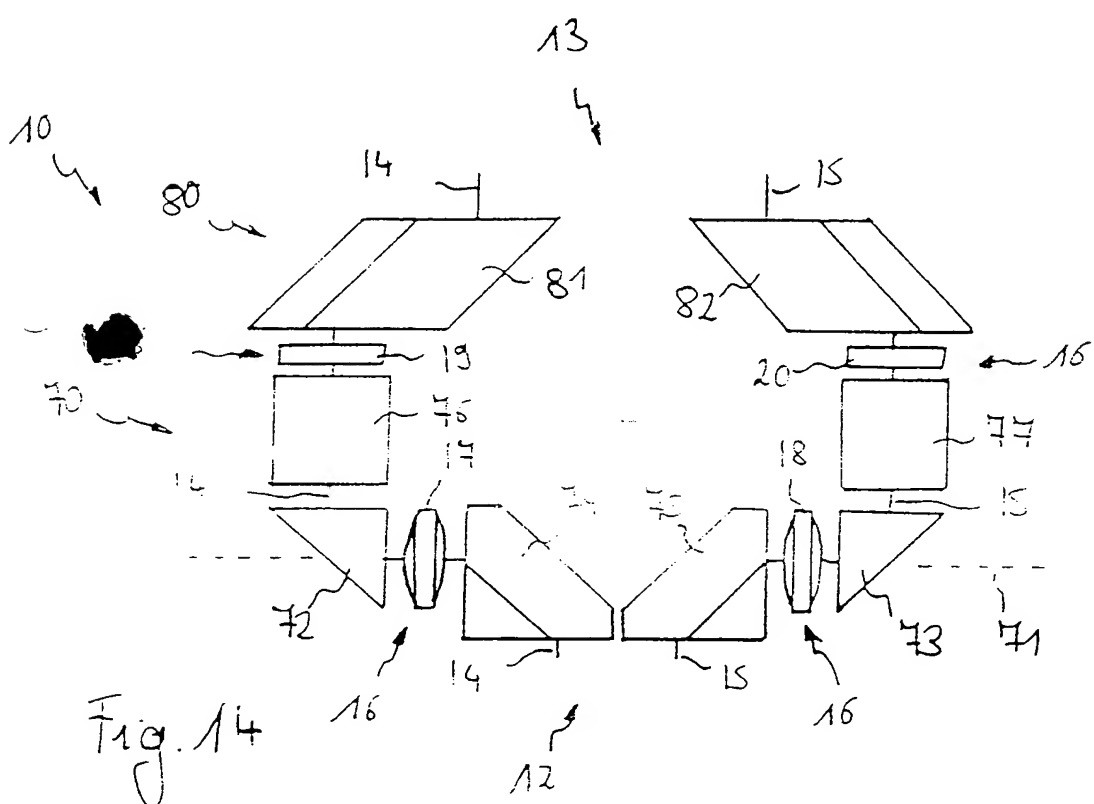


Fig. 14